


FONDO PIZZOFALCONE


BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio XVIII
Palchetto C
Num.° d'ordine 10 36 D 17

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE
LA CONSTRUCTION
DES
BÂTIMENS DE MER.



TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE LA CONSTRUCTION DES BÂTIMENS DE MER,

À L'USAGE

Des Élèves du Génie Maritime, & propre aux Marins, Armateurs, &c.

Par M. Vial du Clairbois, Chef des Constructions navales, Inspecteur & Directeur d'Études de l'École d'application du Génie Maritime.

TOME SECOND.



A PARIS,

Chez Magimel, Libraire pour l'Art Militaire, Quai des Augustins, N°. 61.

An XIII. (1805).



AVIS AU RELIEUR.

Les 20 premières Planches seront placées à la fin du premier Tome.

Les Planches 21 à 39 seront mises à la fin du second.

Les Tableaux I à XIV seront mis à la fin de la première Section de la quatrième Partie dudit second Tome.

Les Tableaux 1 à 14 (en chiffres arabes) seront placés à la fin de l'ouvrage, toujours du second Tome.

AVERTISSEMENT.

Ce Volume, présenté aujourd'hui comme le premier Tome du Traité, à l'usage principalement du Génie maritime, n'est autre chose que celui publié par ordre du Gouvernement en 1787, comme ouvrage complet, pour l'instruction des Elèves de la Marine (pépinière des Officiers de Vaisseaux). Ainsi ceux qui le possèdent n'ont besoin que du second pour acquérir une connoissance approfondie de la construction des vaisseaux.

La Préface que j'y ai mise, que je suppose sous les yeux, donne l'historique de la composition de tout l'ouvrage, morcelé d'abord par un système auquel j'ai été obligé de me soumettre, quoique je n'y adhérasse pas. Au contraire, je me suis de plus en plus affermi dans celui qu'il faut être autant Officier de Vaisseaux qu'Ingénieur pour innover dans leur construction; sans les idées que j'en ai prises à la mer, je n'aurois pas cultivé l'art avec succès. Au surplus, l'application des connoissances de celui-ci à la navigation est très-simple. Que cette sorte d'hommes,

pleins de diſpoſitions pour l'étude, ſoient ſuſceptibles d'aller à tout, dans le commandement des armées, j'ai dit pluſieurs fois ce que j'en penſois : généralement ce n'eſt que dans les conſeils de conſtructions où ils pourront acquérir une gloire qui n'eſt pas mépriſable.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE LA CONSTRUCTION DES BÂTIMENS DE MER,

A L'USAGE

DES MARINS, ARMATEURS,

ET PRINCIPALEMENT DES ÉLEVES DE L'ÉCOLE DU GÉNIE MARITIME.

SECOND TOME.

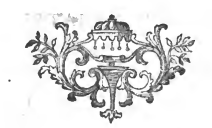
DIVISION DE L'OUVRAGE.

JE divise ce second Tome en quatre parties : la première concerne les procédés préalables du Constructeur, c'est-à-dire, qu'il y est traité des plans de Vaisseaux, des devis, du tracé des plans, particulièrement de celui à la salle des Gabarits.

Dans la ſeconde, je parle du travail, de l'aſſemblage & de la liaiſon des pièces de conſtruction décrites dans le premier Tome.

Des détails particuliers & moyens de vérification relativement à la miſe en place des parties intégrantes du Vaiſſeau, ſont l'objet de la troiſième Partie.

La quatrième eſt deſtinée à compléter l'inſtruction concernant l'application de l'hydroſtatique aux calculs qui intéreſſent la ſtabilité des Bâtimens flottans, dans toutes les circonſtances où ils peuvent ſe trouver.



PREMIÈRE PARTIE.

Des procédés préalables du Constructeur.

PREMIÈRE SECTION.

Des plans de Vaisseaux.

AU commencement de la première Section du premier Tome, on donne une idée générale des plans de construction.

On ne doit pas construire de Bâtimens de mer de quelque importance, qu'il n'en soit fait des plans.

Les plans de construction navale, sont une délinéation d'une quantité de coupes ou sections imaginées dans différens endroits du Bâtiment; plus elles sont multipliées, mieux la figure du Bâtiment est prononcée.

CHAPITRE PREMIER.

Des Plans verticaux, tant longitudinal que latitudinal.

On suppose le Vaisseau coupé verticalement suivant sa longueur, par un plan passant au milieu de la quille; c'est sur ce plan qu'est représentée l'élévation du Vaisseau vu par le côté (*fig.* 14); on l'appelle particulièrement Pl. V. plan d'élévation, parce que cette position présente le plus de détails; il faut le nommer, pour parler plus exactement, plan vertical-longitudinal; on y voit la longueur de la quille *AB*; sa hauteur *ab*; sa figure est

ordinairement rectiligne ; on y voit la hauteur de l'étrave *P C*; sa largeur sur le tour *cd*; le contour de cette étrave y est tracé, c'est toujours une figure curviligne, souvent circulaire. La hauteur de l'étambot *p D*, & sa largeur, sont aussi déterminées dans ce plan.

On y projette d'ailleurs les lignes de ponts, les préceintes, les lisses d'accastillage, les sabords, &c. comme on le voit ; nous en parlerons en temps & lieu : mais la projection la plus importante pour le moment, qui y est représentée, c'est celle d'une grande quantité de sections ou coupes latitudinales *MM'*, *II'*, *II II'* &c. *VII VII'*. *mm'*, 11' 22' &c. 77', *fc fc'*, imaginées faites par des plans dans autant d'endroits pris sur la longueur du Bâtiment.

Chaque trait provenant de la rencontre de chacune de ces sections, avec la surface courbe & extérieure du Bâtiment, a une figure courbe, représentée sur le plan
PL. IV. (*fig.* 13), appelé ordinairement *le vertical*, qui doit se nommer, exactement parlant, le plan *vertical-latitudinal*; il y a sur ce plan autant de lignes courbes qu'il y a de sections projetées sur celui longitudinal. L'usage est de ne les porter que sur un seul côté du Vaisseau, & de tracer à gauche celles de l'arrière, à droite celles de l'avant : toutes renfermées dans la section qui a le plus d'amplitude, portée des deux côtés, & qui doit former le maître couple, ou le maître gabarit, ou la maîtresse levée : chaque Vaisseau a ordinairement deux maîtres ; ce sur quoi il y a quelque chose à dire, ce qu'on pourra faire ailleurs.

Les courbes *VII VII*, *VI VI*, *MM*, &c.; *mm*, &c. 66, 77, *fc fc*, représentent donc les sections pro-

jetées, en *VII VII'*, *VI VI'*, &c. *MM'*, *m m'*, &c. *66'*, *77'*, *fc fc'*, (*fig.* 14.); nous verrons que, tracées dans leur grandeur naturelle, elles nous donnent le gabariage, ou l'épure, ou le patron des couples ou membrures qui doivent être élevées dans ces parties sur la quille. Pl. V.

CHAPITRE SECOND.

Des autres plans ou sections du Vaisseau.

Les coupes verticales ne sont pas les seules que l'on ait supposées dans le Vaisseau; on en a imaginées encore: les unes faites par des plans obliques; quelques autres par des surfaces courbes; d'autres enfin par des plans horizontaux.

I.

Des lisses dans des Plans.

Les droites *fl* ou *FL*, (*fig.* 13.), *1 l 1'* et *ILI'*, *2 l 2'* & *IIL II'*, &c. *fl i* & *FL' Y*, *7 l 7'*, *8 l 8'*, sont les projections de plans coupant le corps du bâtiment sous l'obliquité que ces lignes font assez connoître. Pl. IV.

Le trait provenant de la rencontre de chacune de ces sections, avec la surface courbe & extérieure du Vaisseau, a une figure courbe représentée sur les plans, *figure* 23 & 6''', appelés *plans de lisses;* ce trait marquant le can supérieur intérieur des pièces *Ll*, (*fig.* 1.) Pl. VI & XXII. Pl. I.

Ces plans de lisses sont, ou les sections mêmes, comme dans la *fig.* 23, où *5 l 5*, *V VL*, représente effectivement les sections selon *5 L 5'* & *V L V'*, (*fig.* 13); Pl. VI. Pl. IV.

la coupe de l'avant & celle de l'arrière ſont dans des plans d'une différente obliquité & ont différens axes; mais leur courbe ne s'en raccorde pas moins aux maîtres couples : ou bien ces plans de liſſes ſont des projections de leur périmètre ſur un plan horizontal, comme *fli*
Pl. XXII. *YEL* (*fig.* 6‴.); les premiers s'appellent les plans obliques des liſſes; les ſeconds, les plans horizontaux des liſſes : dans les uns, les ordonnées de la courbe ſont priſes ſuivant
Pl. VI. l'obliquité des liſſes : par exemple, *5 l 5 V VL* (*fig.* 23), a pour ordonnées 77″, 66″, &c. *mm*″, *MM*″, &c. *VI VI*‴, *VII VII*″, dont les longueurs ſont priſes
Pl. IV. ſur le plan vertical (*fig.* 13) : pour l'arrière, du point 5′ de rencontre de la liſſe avec la ligne du milieu (ce point eſt la projection de l'axe de la liſſe), aux points 7′ de rencontre de cette liſſe avec la ſeptième coupe; 6′ de rencontre avec la ſixième coupe, &c.; 5*l* de rencontre avec le maître arrière : pour l'avant du point *V*′ aux points *VII*′, *VI*′, &c. *VL*. Dans les ſeconds ou les plans horizontaux des liſſes, les ordonnées ſont priſes carrément; c'eſt-à-dire qu'au lieu de prendre par exemple ſur la liſſe *fl*′ *i*, les diſtances de 7″, de 6″, &c. à l'axe *i*, ſuivant l'obliquité de cette liſſe, on prend ces diſtances de 7″, de 6″, &c. à la ligne du milieu, ſur des perpendiculaires à cette ligne : c'eſt ainſi que la ligne *fl i*, *Y FL*
Pl. XXII. (*fig.* 6‴.), eſt tracée. Encore une fois, ce tracé ne donne pas la figure de la ſection, mais ſa projection ſur un plan horizontal.

II.

Des Liſſes ou projeclions d'autres Lignes à double courbure.

La courbe *6l 6 VI VIL*, (*fig.* 14), eſt la projection d'une ſurface engendrée par le mouvement, ſelon cette courbe, d'une ligne droite horizontale & toujours perpendiculaire au plan d'élévation (voyez ci-après troiſième ſection, ſeconde partie); la rencontre de cette ſurface avec celle du Navire, forme une courbe à double courbure, projetée ſur le vertical (*fig.* 13.), en *6l 6'* & *VI' VIL*, & ſur un plan horizontal (*fig.* 24.), en *6 l 6 VI VIL*. Cette courbe étant à double courbure, ne peut être repréſentée telle qu'elle eſt ſur aucun des plans; on n'en peut avoir que les projections. PL. V. PL. IV. PL. VI.

III.

Des plans de Flottaiſon, ou Lignes d'eau.

Dans la même figure 24, on voit les figures *1 ſ h HS*, *2ſ h' H' S'*, &c. des ſections horizontales *1 ſ h HS*, *2ſ h' H' S'* (*fig.* 14.) : elles ſont repréſentées par les mêmes lettres dans le plan vertical fig. 13. PL. VI. PL. V. PL. IV.

Les périmètres de toutes ces différentes ſections ſont les traits de leur rencontre avec la ſurface extérieure des Bâtimens, & ils en déterminent la figure avec beaucoup d'exactitude. L'art eſt de mettre l'accord indiſpenſable dans ces courbes, qui doivent au ſurplus être bien ſuivies, ſans *flaches* ni *jarrets*, comme diſent les gens du métier : ſans méplat, ondulation ou reſſaut.

Notre objet ici eſt de donner l'intelligence des plans, mais non pas de nous y appeſantir ſur les différentes opérations graphiques pour les dreſſer, qui forment le fond de l'Ouvrage de feu M. Duhamel, & de celui que nous avons publié ſous le titre d'*Eſſai ſur l'Architecture navale*, parce que ce n'eſt pas ainſi que ſe conduit la conſtruction aujourd'hui. Les Conſtructeurs ont un porte-feuille rempli plus ou moins de plans & de devis de Bâtimens de toutes eſpèces; c'eſt ſur ces plans & devis qu'ils travaillent; ils les approprient aux beſoins du ſervice ou aux demandes des Armateurs, ſuivant d'ailleurs les différentes vues auxquelles l'expérience a pu les conduire. Nous nous propoſons de faire ſuivre cet Ouvrage d'une collection de plans de choix de toutes grandeurs & de toutes eſpèces, & par-là de mettre l'art au grand jour, épargnant aux Conſtructeurs la peine de recueillir, ce qu'ils ne ſont pas, au ſurplus, toujours à même de pouvoir faire; il leur reſtera tout leur temps pour broder ſur cet excellent canevas: mais cette publication ne peut avoir lieu qu'avec le temps. Nous en parlerons ailleurs. Nous ne renonçons pas au ſurplus à revenir ſur les méthodes de dreſſer des plans ſans ſecours ultérieurs: mais ce n'eſt pas là le plus preſſé.

L'avant du plan vertical-longitudinal, tracé dans ſa grandeur naturelle, met à même de faire le gabarit ou le patron de l'étrave & du brion.

Le plan vertical-latitudinal donne le gabarit de tous les couples de levée.

Les plans des liſſes, celui des liſſes de tour; ces liſſes ont d'ailleurs d'autres uſages dans la conſtruction de l'édifice. Mais

Mais avant de nous étendre ſur l'objet du tracé, il faut voir ce que c'eſt que les devis ſur leſquels il ſe fait; comme on les relève ſur les plans, & comme ils ſervent à en faire de nouveaux, ou à les deſſiner en grand.

SECONDE SECTION.

Des Devis.

Devis eſt en général un état par le menu de tous les ouvrages qui ont rapport à la conſtruction des Bâtiments, qui en préſente non ſeulement les dimenſions principales, mais qui détaille les proportions particulières de toutes leurs parties, ainſi que l'objet de la main-d'œuvre; d'où l'on conclut la valeur de l'édifice.

Pour les Bâtiments de mer on fait trois eſpèces de devis : devis de conſtruction ou du Conſtructeur; devis du charpentage; devis d'appréciation. C'eſt du devis de conſtruction dont il eſt ici queſtion; on trouvera celui de charpentage dans la quatrième Section de cette première Partie : celui d'appréciation n'entre pas actuellement dans mon objet.

CHAPITRE PREMIER.

Des Devis de Conſtruction.

Les devis de conſtruction ne contiennent que la poſition & la figure des différentes ſections que les Conſtructeurs imaginent dans les Bâtiments, & des meſures priſes dans ces ſections, à des diſtances déterminées, d'une grande quantité de points de la ſurface courbe du Vaiſſeau, à

des lignes données auſſi de poſition. Voici celui du Vaiſſeau de 74 canons, dont on voit les plans dans les figures 13, 14, 23, 24, 6''. Nous avons mis des numéros à ſes différents articles, que nous reprenons, ſuivant l'ordre de ces numéros, dans l'explication qui fait la matière du ſecond Chapitre.

Pl. IV, V, VI, & XXII.

Devis de Conſtruction d'un Vaiſſeau de 74 canons.

(N°. I.) *Tracé du maître couple.*

Hauteur du deſſus de la quille.				Demi-largeur.		
pi.	po.	li.		pi.	po.	li.
0	0	0		0	7	6
0	2	0		0	11	0
0	5	0		1	6	0
0	9	6	Fauſſe liſſe.	5	11	5
1	1	6		11	2	0
1	7	0	Première liſſe, ou liſſe du fond.	12	5	3
2	1	0		13	5	0
3	1	6		14	9	0
4	1	6		15	10	0
5	0	0	Deuxième liſſe.	16	7	0
6	4	6		17	7	9
8	2	9		18	10	9
9	6	3	Troiſième liſſe.	19	7	6
10	3	0		20	0	0
12	3	6		20	10	9
14	3	3		21	6	3

Hauteur du dessus de la quille.				Demi-largeur.		
pi.	po.	li.		pi.	po.	li.
15	0	6	Quatrième lisse.	21	8	9
16	0	0		21	11	3
17	0	0		22	1	1
18	1	0	Cinquième lisse.	22	2	6
19	2	0		22	3	2
20	4	0		22	3	7
21	1	0	Sixième lisse, ou lisse du fond.	22	3	7
22	0	0	Pont.	22	3	0
24	6	0		21	9	0
25	3	0	Fausse lisse.	21	6	0
26	2	0		21	1	9
28	2	0	Septième lisse.	20	3	0
30	8	0		19	1	9
32	9	0		18	4	3
35	1	0	Huitième lisse.	17	9	0

(N°. II.) *Tracé de l'Etrave.*

Hauteur du dessous de la quille.			Ordonnées à porter sur l'arrière de la perpendiculaire de l'étrave.		
pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
0	0	0	15	0	0
1	5	0	12	7	0
4	0	0	9	4	9
7	1	6	6	7	0
10	5	0	4	4	6

B 2

Hauteur du dessous de la quille.			Ordonnées à porter sur l'arrière de la perpendiculaire de l'étrave.		
pi.	po.	li.	pi	po.	li.
13	6	0	2	8	6
16	7	0	1	5	3
19	9	0	0	5	9
			A porter sur l'avant de la perpendiculaire.		
			pi.	po.	li.
21	10	0	0	0	6
24	9	0	0	7	0
29	7	0	1	2	0
33	6	0	1	5	0
36	0	0	1	6	0

(N°. III.) *Distribution des Couples.*

	pi.	po.	li.
De la perpendiculaire au septième avant...	7	6	6
Du septième au sixième................	7	6	6
Du sixième au cinquième, & jusqu'au maître-avant............................	10	1	0
Du maître-avant au maître-arrière.......	12	0	0
Du maître-arrière au un-arrière, & jusqu'au 7.	10	1	0
Du septième arrière à la perpendiculaire de l'Etambot..........................	13	10	0
Du septième au faux couple projeté pour le tracé des Lisses....................	5	0	0

	pi.	po.	li.
Longueur de la perpendiculaire de l'Etrave à celle de l'Etambot..................	172	0	0

(N°. IV.) *Position des Liſſes ſur la ligne du milieu.*

	Hauteur du deſſus de la quille.					
	Avant.			Arriere.		
	pi.	po	l.	pi.	po.	l.
Fauſſe liſſe du fond..........	4	3	0	6	2	6
Première liſſe...............	6	10	0	15	8	6
Deuxième liſſe..............	10	6	0	20	11	0
Troiſième liſſe..............	13	8	0	24	6	0
Quatrième liſſe..............	17	3	0	27	3	6
Cinquième liſſe..............	20	6	0	30	11	0
Sixième liſſe du Fort à l'Etrave.	23	9	0			
Fauſſe liſſe................	28	7	0	37	3	0
Septième liſſe...............	31	0	0	41	10	0
Huitième liſſe..............	0	0	0	46	1	0

(N°. V.) *Ouverture des Couples ſur les Liſſes, en partant de la ligne de demi-largeur ou du milieu.*

Partie de l'Avant.

	Fauſſe liſſe.			Première.			Seconde.		
De la ligne du milieu	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
au Maître.......	6	10	6	13	6	0	17	5	6
Aux 1........	6	7	[illegible]	13	0	0	17	0	7
2........	6	2	0	11	10	9	16	3	4
3........	5	6	6	10	3	0	14	10	4
4........	4	7	0	8	2	7	12	8	9
5........	3	3	3	5	10	8	9	11	10
6........	1	6	3	3	0	10	6	2	1
7........	0	0	0	0	6	3	2	3	6
De la ligne du milieu	Troiſième.			Quatrième.			Cinquième.		
au Maître........	20	0	9	21	10	0	22	4	2
Aux 1........	19	9	3	21	8	6	22	3	10
2........	19	3	0	21	6	3	22	3	0
3........	18	2	11	21	0	3	21	11	9
4........	16	7	2	19	11	0	21	2	0
5........	13	11	3	17	11	0	19	7	3
6........	9	8	7	14	0	0	16	1	0
7........	4	8	9	8	3	0	10	7	0

	Sixième lisse du Fort.		Fausse lisse intermédiaire des 6e. & 7e.	Septième lisse.	
	Hauteur (1).	Demi-largeur.	Hauteur.	Hauteur.	Demi-largeur.
	pi. po. l.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.
Au Maître....	21 1 0	22 3 6	21 6 0	28 2 0	20 3 0
Aux 1........	21 0 0	22 3 6	21 6 0	28 1 0	20 3 7
2........	21 1 0	22 3 6	21 5 2	28 2 0	20 2 0
3........	21 2 3	22 2 0	21 2 6	28 6 0	19 10 0
4........	21 8 0	21 7 5	20 9 0	28 11 3	19 3 0
5........	22 2 9	20 2 6	19 5 9	29 6 3	18 0 6
6........	22 11 6	17 0 0	16 6 0	30 2 9	15 6 3
7........	23 4 6	11 10 0	11 8 3	30 8 6	11 7 0
A la rablure de l'Etrave....	23 9 0				

HUITIÈME LISSE.

	Hauteur.	Demi-largeur.
	pi. po. li.	pi. po. li.
Au Maître....	35 1 0	17 9 0
Aux 1........	35 0 0	17 9 0
2........	35 1 0	17 7 0
3........	35 4 6	17 3 9
4........	33 10 0	16 10 5
5........	36 4 6	16 1 6
6........	37 1 6	14 11 4
7........	37 8 0	15 6 9
Lisse de rabattue.		
Aux 3........	36 11 0	17 0 4
4........	37 5 0	16 7 9
5........	38 0 0	16 1 0
6........	38 8 0	15 2 7
7........	39 0 0	14 5 0

(1) Cette hauteur & toutes les autres se rapportent au-dessus de la quille, quand on n'a pas indiqué le contraire.

PARTIE DE L'ARRIÈRE.

	Fausse lisse.			Première.			Seconde.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
De la ligne du milieu au Maître.	8	0	0	18	9	8	22	11	9
Aux 1	7	8	1	18	1	3	22	6	0
2	7	1	9	17	1	0	21	6	9
3	6	4	0	15	7	10	20	2	4
4	5	1	9	13	8	9	18	4	9
5	3	8	0	11	5	0	16	0	8
6	2	2	6	8	6	5	13	1	6
7	0	11	6	5	0	0	9	3	1
Faux couple	0	6	0	3	1	0	6	8	6
Estain dévoyé au carré	0	0	0	2	1	9	4	9	0
	Troisième lisse.			Quatrième lisse.			Cinquième lisse.		
De la ligne du milieu au Maître.	24	8	3	24	11	3	25	7	9
Aux 1	24	2	9	24	8	1	25	5	9
2	23	6	3	24	2	0	25	1	7
3	22	6	6	23	5	0	24	5	9
4	21	2	0	22	5	0	23	7	5
5	19	3	10	21	1	9	22	6	9
6	16	9	9	19	5	4	21	2	6
7	13	3	9	16	11	0	19	3	9
Faux couple	10	8	8	14	9	9	17	10	3
Estain dévoyé au carré	8	0	0	11	6	3	15	1	0

SIXIÈME LISSE DU FORT.

	Hauteur.			Demi-largeur.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
Au Maître	21	1	0	22	3	6
Aux 1	21	3	3	22	2	6
2	21	8	3	21	11	8
3	22	3	6	21	6	0
4	23	0	9	20	9	0
5	23	9	3	19	10	6
6	24	6	0	18	8	9
7	25	2	9	17	3	6
Faux couple	25	8	0	16	4	7
Estain dévoyé au carré	26	2	0	15	2	0

	Fausse lisse intermédiaire des 6e. & 7e.			Septième lisse.			Huitième lisse.		
	Demi-largeur.			Demi-largeur.			Demi-largeur.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
Au Maître.	21	6	0	20	3	0	17	9	0
Aux 1	21	4	2	20	1	3	17	6	10
2	21	1	3	19	10	3	17	2	10
3	20	8	0	19	5	6	16	9	4
4	20	0	6	18	10	3	16	1	11
5	19	2	0	17	11	9	15	5	0
6	18	1	0	16	11	0	14	6	9
7	16	8	7	15	7	0	13	6	0
A l'allonge de Cornière.	14	11	6	13	10	3	12	1	3

	Rabattue.					
	Hauteur.			Demi-largeur.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
Au Couple 1	41	2	0	16	8	6
A l'allonge de Cornière.	45	2	0	11	0	6

Aux autres Couples sur cette lisse ainsi déterminée.

	pi.	po.	li.
Aux 2	16	3	4
3	15	8	3
4	15	0	0
5	14	2	6
6	13	3	6
7	12	3	0

(N°. VI.) *Hauteur du dessus de la Quille.*

	pi.	po.	li.
Du pied du couple 7 avant, à la rablure de l'Etrave.	5	10	3

N°. VII

(Nº. VII.) *Position & Gabarit de l'Etambot.*

	pi.	po.	li.
Hauteur de deſſus quille, du point où la partie extérieure de l'Etambot coupe la perpendiculaire	26	6	6
Quête ſur Quille	2	0	0
Hauteur totale de l'Etambot de deſſus Quille	30	6	0

(Nº. VIII.) *Position & Gabarit de la Liſſe d'Hourdy.*

	pi.	po.	li.
Hauteur de la ligne droite de la liſſe d'Hourdy, du deſſus de la quille	26	6	6
Diſtance de cette ligne à la perpendiculaire de l'Etambot	3	5	0
Bouge vertical	0	5	0
Bouge horizontal	0	11	0
Largeur	1	5	0
Hauteur	1	6	0
Longueur totale de cette liſſe à la ligne droite	30	6	0

(Nº. IX.) *Position des Eſtains.*

La tête des eſtains ſe trouve à l'extrémité de la ligne

	pi.	po.	li.
droite de la liſſe d'Hourdy; ainſi la demi-largeur en cet endroit eſt de	15	3	0
Le point de rencontre avec la ligne du milieu, ſur le plan horizontal de la projection de l'eſtain prolongé, eſt à une diſtance de la perpendiculaire de l'Etambot, de	6	9	0

CHAPITRE SECOND.

Explication du précédent Devis.

Dans l'article N°. I du tracé du maître couple, qui eſt le trait de la ſection qui a le plus d'amplitude, on voit une colonne intitulée : *Hauteur de deſſus quille*, & une de *demi-largeur :* chacune deſdites demi-largeurs pour les hauteurs correſpondantes.

Il eſt eſſentiel de bien déterminer ce deſſus ou cette ſurface intérieure de la quille, où l'on rapporte tant de hauteurs importantes ; la figure de ſa rablure ; la figure des rablures de l'étrave & de l'étambot ; les traits bornant la ſurface intérieure de ces deux importantes pièces.

Les plans que donne le devis dont nous nous occupons, le tracé à la ſalle des Gabarits qui en eſt le but, fourniſſent le contour de la membrure, & non celui de l'édifice hors œuvre ou avec ſon revêtement.

Il eſt terminé en deſſous par la quille ; de l'avant par l'étrave, & de l'arrière, au moins pour la partie de la carène, par l'étambot.

Ces trois pièces eſſentielles ont toute leur largeur horizontale, tandis qu'il faudra ajouter aux largeurs priſes hors membres, ce que donne l'épaiſſeur des bordages au courant de ces largeurs, pour avoir celles totales du Bâtiment aux endroits où on en aura beſoin.

Les faces latérales deſdites trois pièces doivent ſe rapporter à la ſurface extérieure de ces bordages, c'eſt-à-dire, en x *fig.* XVI, XVII & XVIII, (*Pl.* 38.), calque des fig. 16, 17 & 18. (*Pl.* 1.) : dans les façons, en être une prolongation ; qx (*fig.* XVII.) eſt ſenſiblement une prolongation de xz.

Il faut donc y pratiquer une retraite pour les recevoir : c'eſt ce que l'on appelle *rablure.*

On l'a travaillée juſqu'à préſent, comme il eſt dit dans le premier Tome page 12, ſuivant un gabarit (*fig.* 4.) qui donne à ſa ſection la figure d'un triangle équilatéral, ayant pour côté l'épaiſſeur du bordage. PL. I.

On ne ſait pourquoi cet uſage ſe perpétue ; car dans peu d'endroits, peut-être dans aucun, elle n'a cette figure.

Au maître couple, au lieu d'avoir la figure *x r a* (*fig.* XVIII.), elle devroit avoir celle *x r a* ; aux 5e. & 7e. arrière ſa figure eſt *x b T* (*fig.* XVI & XVII.), *x b*, élément du can inférieur du bordage, devant toujours être une normale à la courbe.

D'abord déterminons ſur les plans & le tracé, le trait du deſſus de la quille ; & au-deſſous de ce trait nous y menerons une parallèle à la diſtance de l'épaiſſeur du bordage : c'eſt le trait extérieur de la rablure ; le trait de la rablure à conſidérer uniquement, & qui demeure conſtant, l'arète longitudinale extérieure & inférieure du bordage, s'y rapportant.

Nous obſerverons pour qu'on n'ait que des idées nettes de la choſe, que ce deſſus ou cette face intérieure de la quille, les faces intérieures de l'étrave & de l'étambot, ne ſont la plupart du temps qu'idéales : le trait qu'elles repréſentent eſt en même temps celui de la terminaiſon des couples, des barres, enfin de la charpente intérieure ; & comme ces couples, ces barres s'aſſemblent au moyen d'entailles ou tenons avec leſdites pièces, il faut qu'elles fourniſſent du bois en dedans du trait appelé cependant

C 2

intérieur, soit par elles-mêmes, soit par des contre-quilles, contr'étrave, contr'étambot, ordinairement par l'un & l'autre dans les grands bâtiments.

Nous adoptons une épaisseur de bordage pour déterminer le dessus de la quille R R (*fig.* 3.) relativement au trait constant de la rablure $r\,r$, pour ne point nous éloigner des anciens usages lorsqu'il n'y a pas de nécessité. Nous nous conduisons de la même manière pour avoir la surface intérieure fictive de l'étambot & de l'étrave; & cette conduite nous est utile à l'égard surtout de cette dernière pièce, pour la terminaison des autres sections longitudinales, comme on le verra en temps & lieu. Ce procédé conserve l'épaisseur des bordages en leur lieu qui devra être employée normalement.

PL. I.

PL. XXXVIII. Dans le mouvement de la droite $x\,b$ (*fig.* XVIII, XVI et XVII.) pour engendrer le can inférieur du bordage, partant du maître, elle tourne, dévire sur x, projection de ce trait de la rablure &, d'oblique à une horizontale, elle devient elle-même sensiblement horizontale dans les fourcats de l'avant & de l'arrière comme en x b (*fig.* XVII.); le bordage en cette partie de la carêne est susceptible d'un certain degré de torsion qui, vu son peu d'épaisseur, permet ce dévirage; mais vers le fort du Vaisseau soit dit en passant, où le bordage a plus de point & où il dévire plus subitement, c'est-à-dire, qu'il dévire autant sur une moindre longueur, il faut le travailler de dévirage; c'est ce que l'on verra.

La droite x b engendrant le can inférieur du gabord, son point b engendre une courbe qui est le fond de la rablure, & que l'on pourroit projeter sur les plans des

parties horizontales & latérales de la quille, ſi les ordonnées trop petites ne ſembloient échapper à la meſure : ces projections ſe termineroient : celle ſur la ſurface latérales a 4 pouces $\frac{1}{2}$ à peu près de la ſurface ſupérieure de la quille, & celle ſur la ſurface horizontale a 4 pouces $\frac{1}{2}$ de la ſurface latérale, pour le Vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons, c'eſt-à-dire, généralement à la quantité d'épaiſſeur du gabord.

Il faut faire une remarque qui ſera bien entendu ſeulement lorſqu'on aura expliqué le tracé des couples par les points marqués ſur les liſſes, mais dont cependant c'eſt ici la place.

Ce tracé des couples doit ſe diriger vers le point b extrémité de la normale $x\,b$ à la courbe; ainſi pour avoir la courbe il faut avoir la normale, qui, elle-même ne peut être déterminée que par la courbe.

Levons la difficulté : pour éviter tout tâtonnement du point x pris pour centre & d'une ouverture de compas égale à l'épaiſſeur du gabord, tracé un quart de cercle; vous dirigerez la courbure de vos couples de manière qu'elle en touche la circonférence; à chaque point tangent la normale ſera le rayon du quart de cercle à ce point; & elle donnera avec le premier élément de la courbe qui lui appartient, la figure de la rablure.

On a le trait intérieur de l'étambot diſtant d'une épaiſſeur de bordage du trait de la rablure.

Le mouvement de la droite $x\,b$ ayant engendré le can inférieur du gabord, ſe termine dans l'angle formé par les traits des rablures de la quille & de l'étambot; parvenue là, cette droite $x\,b$ eſt bien plus abſolument hori-

zontale & en même temps on voit par la configuration des lignes d'eau, qu'elle eſt perpendiculaire au plan vertical-longitudinal ; elle eſt l'arête formée par le can inférieur du bordage & ſon about qui ſe loge dans la rablure de l'étambot.

La faiſant mouvoir maintenant de manière à engendrer cette ſuite d'abouts de bordage contigus, ſon point *x* conſtamment ſur le trait de la rablure de l'étambot, elle dévirera de manière que, parvenue à la barre d'hourdy, de perpendiculaire au plan vertical-longitudinal, elle lui ſera devenue parallèle. Et effectivement le bordage aboutiſſant dans l'angle formé par l'étambot & cette barre d'hourdy, aura dans ce point d'aboutiſſement la même normale que cette pièce a à ſon milieu ou à peu près, qui eſt dans le plan vertical-longitudinal.

Pour avoir la poſition des normales terminant le pourtour des différentes ſections horizontales & autres ſections longitudinales, il faut employer la méthode indiquée pour la terminaiſon des couples, c'eſt-à-dire, celle du quart du cercle ayant pour rayon l'épaiſſeur du bordage ou une de ſes fonctions pour les liſſes obliques ; on aura cette terminaiſon pour les plans longitudinaux & la figure de la rablure à chacun.

Les préceintes & les bordages de diminution s'épuiſent ſur la barre d'hourdy, en ſorte qu'il n'aboutit ſur l'étambot que des bordages de point ; mais ſur l'étrave aboutiſſent les préceintes grandes & petites, les rempliſſages, les bordages de diminution ; ce ſont leurs différentes épaiſſeurs qui doivent régler la diſtance du trait de la rablure au trait intérieur de l'étrave, par analogie à ce qui

a été dit pour le deſſus de la quille. Les hauteurs de ces différentes ſortes de bordages aboutiſſant à ladite étrave, ſe trouvent ſur le plan vertical-longitudinal. Leur point ſe trouve dans le devis de charpentage; ainſi il n'y aura pas de difficultés pour déterminer le trait de la rablure.

Nous obſerverons ſeulement qu'à l'égard des bordages de diminution, il ne faut pas régler cette diminution par bordages qui peuvent avoir plus ou moins de largeur, mais par un certain rapport de cette épaiſſeur à une certaine longueur priſe au courant du maître coupe.

Par exemple, pour le Vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons, il eſt dit que les bordages au deſſous des préceintes qui ont 7 pouces $\frac{3}{4}$ d'épaiſſeur, diminueront d'un quart de pouce par bordage, juſqu'à n'avoir que 4 pouces $\frac{1}{2}$, qui eſt celle du bordage du point; mais le bordage peut avoir 14 pouces de largeur, il peut n'en avoir que 10.

Pour qu'il y ait quelque choſe de déterminé, ſuppoſons le bordage d'un pied de laize; un quart de pouce eſt $\frac{1}{48}$; ainſi la diminution de l'épaiſſeur de 7 pouces $\frac{3}{4}$ à 4 pouces $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire, de 3 pouces $\frac{1}{4}$ doit s'opérer ſur un développement de cette quantité, multiplié par 48, c'eſt-à-dire, de 13 pieds, au courant du maître couple qui en a à peu près 36 du deſſous des préceintes à la quille : reſte environ les deux tiers revêtus du bordage de point.

L'étrave n'offre pas autant de développement; cependant comme les bordages de diminution en épaiſſeur diminuent auſſi de largeur en s'approchant de l'étrave, ils ne garniſſent auſſi guère que le tiers de ce développe-

ment de 27 à 28 pieds pour notre Vaisseau ; ainsi, après avoir tenu le trait intérieur de l'étrave à une distance du trait de la rablure donnée par l'épaisseur du bordage de point, sur les $\frac{2}{3}$ de son développement à partir du brion, il faut que ce trait s'éloigne insensiblement, jusqu'à se trouver aux préceintes à une distance donnée par l'épaisseur de la préceinte, ici de 7 pouces $\frac{3}{4}$, du trait de la rablure.

La barre d'hourdy dans notre Vaisseau n'a pas de rablure ; il faut admettre cette nouvauté qui est fort bonne. Mais pour celles qui en ont, à leurs extrémités, cette rablure doit être creusée de l'épaisseur des préceintes, diminuant de profondeur suivant la diminution des bordages qui y aboutissent & qui rejoignent le bordage du point, comme nous l'avons déjà dit, avant d'être rendue à l'angle de cette barre & de l'étambot.

Il y a, au surplus, quelques particularités dans son travail, dont nous parlerons par la suite.

Revenons à l'explication du devis : les hauteurs portées PL. IV. dans le n°. premier, se prennent sur les lignes *a b* (*fig.* 13.) *A B*, à commencer des points *a* & *A* de rencontre de la ligne du dessus de la quille *a A* avec la ligne de côté ou de demi-largeur *a b A B* ; les dénominations de ces lignes en portent la définition. On conçoit que la ligne ou la prolongée de dessus de la quille *a A* doit être perpendiculaire à la ligne du milieu *a B*. On prend les demi-largeurs, pour chacune des hauteurs, des points de rencontre, des parallèles tirés à ces hauteurs avec la ligne du milieu, sur lesdites parallèles ; ce qui donne les points de rencontre du maître avec chaque parallèle : ainsi sur la

la ligne, même du dessus de la quille *a A*, c'est-à-dire, où la hauteur est zéro, on prend *a o* de chaque côté qu'on voit être de 7 pouces 6 lignes, c'est la demi-largeur du talon sur quille; on tire à *a A* des parallèles occultes à 2 pouces, à 5 pouces, à 9 pouces ½ &c., à 35 pieds un pouce de distance de cette ligne *a A*; sur les trentes parallèles, on prend de chaque côté & à partir de leur rencontre avec la ligne du milieu, les trente demi-largeurs 11 po., 1 pi. 6 po., 5 pi. 11 po. 5 lig. &c., 17 pi. 9 po. données par la rencontre du maître avec ces parallèles; ainsi on a une grande quantité de points du trait de la principale section ou du maître, qui servent à le tracer au naturel, comme nous le verrons.

On multiplie les parallèles vers le fond des Vaisseaux qui ont beaucoup de plat de varangue, pour avoir une plus grande quantité de points dans cette partie, qui, sans cela, seroit mal déterminée.

A la hauteur de 9 po. 6 lig. on voit écrit *fausse lisse*, à celles de 1 pi. 7 po., 5 pi., 9 pi. 6 po. 3 lig. &c., *première lisse* ou *lisse du fond*, *seconde lisse*, *troisième lisse*, &c. Cela signifie qu'une des extrémités des lisses *f l*, *F L*; *1 l 1'*, *IL I'*; *2 l 2'*, *IIL II'*; *3 l 3'*, *IIIL III'* &c. se trouve aux points de rencontre des parallèles à ces hauteurs 9 po. 6 lig., 1 pi. 7 po. &c. avec le maître; ainsi pour déterminer sur le vertical, la position de ces sortes de lisses, qui gissent dans des plans, on n'a plus besoin que de leur hauteur sur la ligne du milieu, que l'on voit au n°. 4 : quant aux lisses gissantes dans une surface courbe, telle que la 6e. lisse *6 l 6'*, *VIL VI'* & la partie de l'avant des 7e. & 8e. *VIIL VII' VIIIL VIII'*,

il faut autant de points de hauteur pour les déterminer, qu'il y a de sections verticales-latitudinales, ou couples de levée.

On imagine sur les plans d'élévation tels que celui de la
PL. V. *fig.* 14, une perpendiculaire à la quille de l'avant *P P'* & une de l'arrière *p p'* qui les terminent. Ces perpendiculaires servent ordinairement à déterminer la figure de l'étrave, la position de l'étambot; c'est de l'une d'elles qu'on part pour la distribution des couples; la distance entre elles marque la longueur du Bâtiment.

Souvent la plus grande partie du contour de l'étrave est un arc de cercle; alors une certaine distance à la perpendiculaire de l'avant, & une certaine hauteur au-dessus de la quille, en détermine le centre, & on en donne d'ailleurs le rayon : mais quand la courbure de l'étrave n'est
PL. V. point circulaire, comme dans la *fig.* 14, il faut s'en procurer d'autant plus de points que l'on veut plus d'exactitude dans son tracé.

Dans l'Article n°. 2 on voit deux colonnes, l'une de hauteur de dessous quille, l'autre de distances ou ordonnées, relativement à la perpendiculaire de l'étrave. Ces hauteurs, comptées ici de dessous quille, se prennent sur la perpendiculaire; ainsi à 1 pi. 5 po. du dessous de la quille (c'est la hauteur de la quille), à 4 pi., à 7 pi. 1 po. 6 lig. &c. à 36 pieds, on marque des points sur cette perpendiculaire *P P'* pour lesquels on mène à la quille des parallèles occultes & indéfinies; on prend sur chacune de ces parallèles, la distance indiquée dans la colonne des ordonnées à partir du point de leur intersection avec la perpendiculaire, ce sera le point de rencontre de l'or-

donnée avec le trait courbe de l'étrave ; ainsi où la hauteur est zéro, il y a 15 pieds de distance du point *P* où est élevée la perpendiculaire à la naissance de l'étrave *B* ; sur la parallèle tirée à 1 pi. 5 po. de hauteur (qui est le dessus de la quille), on a 12 pi. 7 po. de distance entre les deux points d'intersection ; à 4 pi. on a 9 pi. 4 po. 9 lig. &c., à 21 pi. 10 po., les distances qui avoient été prises sur l'arrière se prennent sur l'avant, parce que l'étrave a coupé plus bas la perpendiculaire : là, il y a six lignes à prendre sur l'avant ; à 24 pi. 9 po., 7 po. &c. ; à 36 pi., 1 pi. 6 po.

Ces points suffisent pour déterminer le tracé de la partie extérieure de l'étrave ; on voit que du trait extérieur de l'étrave à celui du trait de la rablure il y a 10 pouces ; c'est assez pour tracer ce trait, qui intéresse d'autant plus qu'il guide pour le trait intérieur de l'étrave, lequel, fait d'après l'épaisseur du bordage, sert à déterminer les points d'aboutissement des lisses, lignes d'eau & autres sections longitudinales, employant cette épaisseur normalement.

La distribution des couples n°. 3 est la détermination de la place des sections ou coupes latitudinales dont nous avons parlé au Chapitre premier de la première Section ; elle donne l'emplacement des couples dont ces sections procurent le gabariage ; cette distribution se relève sur la quille & l'on voit que de la perpendiculaire de l'étrave au 7e. avant, c'est-à-dire, de *P P'* à *VII VII'* il y a une distance de 7 pi. 6 po. 6 lig. ; du 7e. au 6e. c'est-à-dire, de la section *VII VII'* à celle *VI VI'* encore 7 pi. 6 po. 6 lig. du 6e. au 5e. & jusqu'au maître avant 10 pi. 1 po., c'est-à-dire, qu'il y a cette distance de *VI* en *V*, de *V* en

IV &c. de *I* en *M*; du maître avant au maître arrière il y a 12 pi., c'est 12 pi. de *M* à *m*; du maître arrière au un arrière, & jusqu'au 7e., 10 pi. 1 po., c'est-à-dire, qu'il y a cette distance entre *m* & 1, 1 & 2, 2 & 3 &c. 6 & 7 Du 7e. arrière à la perpendiculaire de l'étambot *p p'* 13 pi. 10 po.; c'est la distance de 7 7' à cette perpendiculaire. Du 7e. au faux couple, 5 pieds; cela signifie qu'il y a une section intermédiaire du 7e. à la perpendiculaire, à cette distance du 7e.; on appelle en général *faux couple*, *fausse lisse*, des couples, des lisses ajoutés après coup pour la plus grande perfection de l'ouvrage.

On peut voir que les 6 distances du maître avant au 6e. avant, & les 7 du maître arrière au 7e. arrière: en tout 13 distances de 10 pi. 1 po., ajoutés aux 12 pi. d'un maître à l'autre, aux 13 pi. 10 po. du 7e. arrière à la perpendiculaire, & aux 7 pi. 6 po. 6 lig. du 6e. au 7e. avant, & 7 pi. 6 po. 6 lig. du 7e. à la perpendiculaire de l'étrave, font une somme de 171 pieds pour la longueur du Bâtiment d'une perpendiculaire à l'autre.

Le n°. 4 indique la hauteur de l'une des extrémités de chaque projection des lisses sur la ligne $\alpha\ \beta$ du milieu

PL. IV. du plan vertical (*fig.* 13.): l'autre extrémité de chacune de ces lisses est déterminée sur le maître couple au n°. 1: ainsi pour celles d'entr'elles qui gissent dans des plans, dont les projections sont par conséquent des droites, la détermination de ces projections est donnée par ces deux points extrêmes de chacune.

Pour relever ces hauteurs du point α on prend une ouverture de compas α *L*; elle se trouve de 4 pi. 3 po.: c'est la hauteur de la fausse lisse pour la partie de l'avant. Du

même point *a* on prend *a l*, c'eſt la hauteur 6 pi. 2 po. 6 lig. de la même liſſe pour l'arrière; on a pris pareillement les diſtances *a I'*, *a* 1', *a II'*, *a* 2', *a III'*, *a* 3, &c. *a Y*, *a i*, *a* 7', *a* 8'; & on a eu les hauteurs de liſſes 6 pi. 10 po., 15 pi. 8 p. 6 lig., 10 pi. 6 po., 20 pi. 11 po., 13 pi. 8 po., 24 pi. 6 po., &c.

La 6e. liſſe pour l'avant & l'arrière, & la 7e. pour l'avant ne ſont pas déterminées par ces hauteurs; nous en avons donné la raiſon à l'explication n°. 1 : elles le ſont après.

La 6e. liſſe arrière n'aboutit pas ſur l'étambot; elle ſe termine à la tête de l'eſtain : c'eſt pourquoi elle ne peut avoir de détermination de hauteur ſur la ligne du milieu pour l'arrière.

Le n°. 5 donne l'ouverture des couples ſur les liſſes, c'eſt-à-dire, leurs points d'interſection avec la projection des liſſes (*fig.* 13.). Il ne faut pas perdre de vue que ce que l'on appelle couple dans ce devis, ce ſont des coupes ou ſections qui en forment le gabariage. Ces ouvertures pour les fauſſes liſſes, première, ſeconde &c. juſques & compris la cinquième ſont relevées ſuivant l'obliquité de ces liſles; ainſi pour la fauſſe liſſe (partie de l'avant) la diſtance 6 pi. 10 po. 6 lig. de la ligne du milieu au maître, eſt priſe du point *L* au point *F*; on continue de prendre de ce point *L*, les diſtances des points d'interſection avec cette liſſe, des couples 1, 2 &c. & l'on trouve par exemple, pour l'ouverture du couple 6 (partie de l'avant) la diſtance *L VI'* de 1 pi. 6 po. 3 lig.; pour l'ouverture du couple 6 (partie de l'arrière), toujours ſur cette fauſſe liſſe, 2 pi. 2 po. 6 lig., diſtance de 6' en *l*; pour celle du couple 7, 11 po. 6 lig. diſtance de 7' en *l*. Ceci ſuffit pour faire PL. IV.

voir comme l'ouverture de ces 6 liſſes a été relevée, & l'uſage qu'on en peut faire.

Les ouvertures ſur la fauſſe liſſe (intermédiaire des 6e. & 7e.) pour l'avant & pour l'arrière; ainſi que ſur les 7e. & 8e. & celle de rabattue pour l'arrière ſeulement : ces ouvertures, dis-je, ont été priſes différemment; lorſqu'on a dreſſé le devis, au lieu de les prendre ſelon l'obliquité de ces liſſes, on les a priſes carrément; par exemple, au lieu de prendre la diſtance de *FL'* à *Y*, on a pris la diſtance de *FL'* à la ligne $\alpha\ \beta$ ſelon une perpendiculaire abaiſſée du point *FL'* ſur cette ligne $\alpha\ \beta$, & on l'a trouvée du 21 pi. 6 po. On a pris de même perpendiculairement tous les points d'interſection des coupes avec cette liſſe & on en a eu les ouvertures au carré : ainſi pour le 6e. couple du point *VI'* ſur cette liſſe, à la ligne du milieu, on trouve 16 pi. 6 po.; pour le 7e. du point *VII'*, toujours carrément à la ligne du milieu 11 pi. 8 po. 3 lig.; & ainſi pour les autres liſſes que nous venons d'indiquer. On reviendra du devis au tracé par un procédé réciproque.

La hauteur de la projection de la liſſe de rabattue de l'arrière, n'eſt déterminée ni ſur la ligne du milieu, ni ſur le maître, mais ſur l'allonge de cornière de 6' *r* par une hauteur de 45 pi. 2 po. & une demi-largeur de 11 po. 6 lig.; & ſur le premier couple arrière en *R* par une hauteur de 41 pi. 2 po., & une demi-largeur de 16 pi. 8 po. 6 lig. : cette liſſe étant une ligne droite, les demi-largeurs qui ſuivent, ſuffiſent pour déterminer les autres couples.

Quant aux liſſes à double courbure, comme la 6e. liſſe pour l'avant & pour l'arrière; les 7e., 8e. & de rabattue pour l'avant ſeulement : les deux extrémités de leur pro-

jection ne les déterminant pas, comme nous l'avons déjà observé, il faut prendre toutes les hauteurs de leurs points d'intersection avec les couples, en même temps que leur ouverture au carré : c'est de cette manière que ces points sont déterminés dans le devis ; on voit pour chacune, deux colonnes, l'une de hauteur, l'autre de demi-largeur ou d'ouverture ; par exemple, dans la colonne de la sixième lisse ou du fort on voit, pour son intersection avec le quatrième couple de l'avant, une hauteur de 21 pi. 8 po. & une largeur de 11 pi. 7 po. 3 lig. ; c'est la détermination du point *K* qui est à ces distances perpendiculaires de la ligne du dessus de la quille *a A* & de celle du milieu *α β*.

Tous les couples de levée excepté le septième avant sont censés aboutir sur la quille ; car s'il y a des massifs de l'avant & de l'arrière, ils en sont la prolongation, & ils se travaillent d'après les gabarits de ces couples, dont le pied part du dessus de la quille. Ce pied des couples ou de leurs gabarits à différentes largeurs, suivant la figure de la rablure dont nous avons parlé au commencement de ce Chapitre. Le devis donne 7 pouces ½ de demi-largeur aux talons des maîtres, & c'est à peu près celle qu'ils doivent avoir, pour que la courbe soit bien suivie jusqu'au fond de la rablure de la quille. Mais ce que nous avons dit de la figure de la rablure met à même de la déterminer avec plus de précision.

Le n°. 6 est le relevé de la hauteur du pied du couple 7 avant, à la rablure de l'étrave : la figure de cette rablure le donnera aussi avec plus de précision.

Le n°. 7 est le relevé de la position de l'étambot (*fig.* 14.). Pl. V. Le point d'intersection de sa partie extérieure avec la

perpendiculaire & sa *quête*, qui est la distance du pied à cette perpendiculaire, donne la position en question : il ne faut pas oublier de remarquer que le trait de sa rablure est à 10 po. du trait extérieur, parce que ce trait de rablure est essentiel pour en déterminer la figure & par-là se procurer l'aboutissement des lisses, des lignes d'eau & autres sections longitudinales.

Dans le n°. 8 est d'abord le relevé de la ligne droite de la lisse d'hourdy; cette ligne droite est imaginée tirée d'un des angles solides supérieurs de l'avant de la lisse d'hourdy à l'autre, ainsi le bouge vertical doit être en dessus, & le bouge horizontal ainsi que l'épaisseur de la lisse, en arrière; la projection de cette ligne, qui ne
PL. V. peut être qu'un point sur le plan d'élévation (*fig.* 14.), est à 26 pi. 6 po. 6 lig. de hauteur du dessus de la quille, & 3 pi. 5 po. de distance de la perpendiculaire de l'étambot: dans ce même n°. 8 on voit les bouges & dimensions de cette lisse d'hourdy.

La position des estains dont il est question dans le n°. 9 en dépend; de l'extrémité 6 *l* de la ligne droite de la lisse
PL. VI. d'hourdy 6 *l* *A'* projetée sur le plan horizontal (*fig.* 24.), on a tiré une ligne droite à un point de la ligne du milieu *A''* distant de 6 pi. 9 po. de la perpendiculaire de l'étambot. Cette ligne droite est la projection du plan où gît l'un des
PL. V. estains représentés par *E E' 6'* (*fig.* 13.); on voit que ce plan de l'estain est vertical, mais non pas perpendiculaire à la quille comme les plans des couples; il se divise ainsi pour des raisons de charpentage dont nous parlerons en temps & lieu. Il résulte delà que *E E' 6'* en est sa projection sur le plan vertical, mais non sa figure (c'est ce que

que l'on appelle l'*eſtain au carré*); pour en avoir le gabarit ou l'eſtain vrai, il faut tirer à cette projection *E E' 6'*, la ligne du milieu priſe pour axes des abſciſſes, un certain nombre d'ordonnées ſuffiſant pour déterminer la courbe, & dans une figure à part, des mêmes abſciſſes tirer des ordonnées qui ſoient à celles de la projection, chacune à chacune dans le rapport de la projection de l'eſtain *6 l A''* (*fig.* 24.) à la ligne droite *6 l A'* de la liſſe d'hourdy : ce que nous verrons plus amplement dans le tracé auquel il nous faut maintenant paſſer, ayant dans ce devis tout ce qui eſt néceſſaire pour déterminer la figure du Vaiſſeau en tout ce qu'il a d'eſſentiel. PL. VI.

TROISIÈME SECTION.

Du tracé des Plans & Epures.

Le devis que nous venons de donner avec ſon explication a été relevé ſur un plan; réciproquement avec ces ſortes de devis on trace des plans, ſoit ſur le papier, ſoit à la ſalle des gabarits, lequel dernier procédé en donne les épures ou gabarits. Nous ne nous arrêtons pas au tracé ſur le papier, parce que c'eſt une opération à faire à la règle & au compas, au moyen d'une échelle, inſtruments familiers au moindre des géomètres & que l'on y ſuit d'ailleurs les méthodes données pour le tracé à la ſalle, dont nous allons nous occuper.

Une difficulté dans cette ſorte d'architecture eſt la conduite des courbes qui ne ſe rencontre pas ou qui ſe rencontre peu dans l'architecture civile & militaire; quelques Ingénieurs ſe ſont exercés à les tracer à la main

& y ont parfaitement réussi; ce talent n'est pas méprisable, surtout quand il vient de dispositions naturelles & non d'un long exercice qui demanderoit trop de temps. Ainsi, pour le tracé de ces courbes, comme on emploie pour le tracé à la salle des lattes de sapin, il convient d'en employer de proportionnées au dessin, soit en bois, soit en baleine, soit en acier. Voyez le mot *latte de constructeur* (*a*) auquel je n'ai ici rien à ajouter.

CHAPITRE PREMIER.

Du tracé à la salle des Gabarits.

Le tracé des Vaisseaux, c'est-à-dire le dessin de grandeur naturelle d'une partie des plans dont nous venons de parler, se fait dans une grande salle construite dans les arsenaux de marine & disposée pour cet effet; le plancher en est fort uni; on y trouve des règles de toutes grandeurs, des équerres, des lattes &c.; on voit dans le vocabulaire ce que c'est que tous ces instruments: on le verra mieux par l'usage que nous en allons décrire.

Le devis sous les yeux, ouvert à l'article du maître couple, on fait mener sur le plancher, une ligne indéfinie pour avoir le trait du dessus de la quille & sa prolongation; on prend ses mesures de manière à ménager le terrein; car quelque grande que soit la salle, il faut tant d'espace, particulièrement pour le développement des lisses, qu'on ne peut y tracer les grands Vaisseaux en en-

(*a*) On prévient que les renvois à des mots sont des renvois à notre Encyclopédie maritime : voyez *le mot* LATTE DE CONSTRUCTEUR : c'est le mot *Latte de Constructeur* dans cet Ouvrage.

tier ; on commence par une des parties, celle de l'avant ou de l'arrière : on trace, comme l'on dit, le quartier de l'avant ou le quartier de l'arrière : quand on n'en n'a plus affaire, on opère pour l'autre. Pour tracer cette ligne indéfinie, on prend deux points à la diſtance l'un de l'autre, au moins de la largeur du Bâtiment, ſi on peut tracer le vertical en une ſeule fois, ou de ſa demi-largeur ſi l'on n'en peut tracer qu'un quartier. Deux hommes tendent une ligne de charpentier blanchie avec du blanc d'Eſpagne, d'un de ſes points à l'autre, & l'un d'eux la pinçant de deux doigts, en bande le reſſort en l'élévant contre l'effort de ſa tenſion, bien à plomb, c'eſt-à-dire, dans le plan vertical qui paſſeroit par les deux points; il la lâche ſubitement & ſon choc ſur le plancher y imprime une partie du blanc dont elle avoit été frottée. L'un des charpentiers alors largue (lâche) la ligne, l'autre la roule ſur ſon petit barillet, & ils ont ſoin de la blanchir chaque fois qu'elle doit marquer un trait, la frottant ſur une pièce de blanc d'Eſpagne : on ſouffle ſur ce trait pour en enlever le peu de pouſſière blanche qu'il l'environne, afin qu'il demeure bien net.

On élève à cette ligne une perpendiculaire, ce qui ſe fait avec une *équerre ;* cette équerre eſt compoſée de deux règles bien dreſſées, aſſemblées très-exactement à angle droit & contenues dans cette diſpoſition par une eſpèce d'arc-boutant ; on met la partie extérieure de l'une des branches ſur le trait que l'on a tracé ; à l'angle on marque avec un compas de charpentier, un point qui doit être, comme on le voit, ſur la ligne blanche ; on porte un pareil point à l'autre extrémité de la branche verticale de l'équerre;

E 2

on la tire un peu à côté, & par ces deux points on mène une ligne indéfinie, toujours avec la ligne blanchie. Pour vérifier cette perpendiculaire, on tourne la branche horizontale de l'équerre de manière qu'elle se trouve de l'autre côté, sur la prolongée du dessus de la quille, & on voit si la branche verticale est en même temps sur le trait du milieu; si cela est, la ligne est bien d'aplomb & on a l'angle droit
Pl. XXI. $a\,\alpha\,\beta$ (*fig.* 6', celle du tracé); s'il y a quelqu'inexactitude, on cherche d'où elle provient. Si l'on parle ici de branches *verticales*, *horizontales*, *d'aplomb*, c'est parce qu'on se figure son plan dans la situation naturelle de l'objet qu'il doit représenter.

I.

Du tracé du Maître Couple.

On voit dans le devis n°. 1 que la plus grande demi-largeur du Vaisseau est de 22 pi. 3 po. 7 lig.; on prend cette quantité sur la ligne du dessus de la quille du point α en a, mettant le bout d'une règle divisée en pieds, pouces & au moins quarts de pouces: mettant le bout de cette règle, dis-je, en α, & marquant le point a à 22 pi. 3 po. 7 lig. (Ces points, une fois pour toutes, se font avec la pointe d'un compas de fer, qu'on enfonce légèrement dans le plancher, de façon qu'il marque pour le moment, mais qu'il puisse s'effacer peu après, les pores du bois se resserrant); on fait aussi en cet endroit une marque sur la règle; on la transporte bien parallèlement à la ligne $\alpha\,a$ (toujours le même bout sur la ligne $\alpha\,\beta$) & à une distance de trente à quarante pieds de cette ligne $\alpha\,a$, on porte un autre point distant de la ligne $\alpha\,\beta$ de la demi-

largeur 22 pi. 3 po. 7 lig. donnée par la règle : pour vérifier si cette distance est bien exacte, fixant la marque de la règle sur ce point comme centre, on fait mouvoir son extrémité en arc de cercle pour voir s'il arrase juste la ligne *α β*, ou, pour parler géométriquement, s'assurer si cette ligne y est tangente : alors la ligne qu'on menera par ce point & celui *α*, sera parallèle à *α β* : c'est la ligne de demi-largeur *a b* : on a dit comme on trace ces lignes.

Quand on a fini une opération avec une règle, il faut avoir le plus grand soin d'effacer les marques qui y avoient été faites. Vous effacez donc la marque à 22 pi. 3 po. 7 lig. de dessus celle dont vous vous servez, & vous y marquez toutes les hauteurs du dessus de la quille que vous trouvez dans le devis, toujours n°. 1, 2 po., 5 po., 9 po. 6 lig., 1 pi. 1 po. 6 li. &c. 35 pi. 1 po.; & cela avec un crayon blanc assez fin pour que ces divisions soient bien exactes; vous mettez le bout où vous les avez commencées sur *a*, la règle sur *a b*; sa face graduée & où sont les marques, posée verticalement; à chacune de ses marques vous faites les points 1, 2, 3, 4 &c. 30; vous portez semblablement la règle sur *α β* & vous faites les mêmes opérations : par les points 11′, 22′, 33′, 44′, &c. 30 30′, vous tirez des lignes toutes parallèles entr'elles & à la ligne *α a* : on voit que ce sont les hauteurs pour les demi-largeurs du devis.

Ayant effacé les marques de ces hauteurs de dessus la règle, on y porte celles des demi-largeurs, à commencer de 7 po. 6 lig., jusqu'au fort ou la plus grande largeur 22 pi. 3 po. 7 lig.; on place la règle ainsi divisée & avec les précautions indiquées, d'abord sur la ligne du dessus de la quille où la hauteur est zéro ; on fait un point sur

cette ligne à la division 7 po. 6 lig.; on remonte la règle sur la ligne 11', on y marque un point à la division de 11 po.; on la remonte sur 22', on y porte le point à 1 pi. 6 po., & ainsi successivement jusqu'à 22 22', où se trouve 22 pi. 3 po. 7 lig.: comme en remontant encore les largeurs diminuent, on n'en n'a pas porté les divisions sur la règle, de peur qu'elles ne se confondissent avec celles du fond; on êfface donc celles-ci pour y porter celles 22 pi. 3 po., 21 pi. 9 po. &c. 17 pi. 9 po.; & on les rapporte sur les lignes 23 23', 24 24', 30 30'.

On plante un clou verticalement à chacun des points marqués ainsi, & l'on range, à toucher ces clous, une latte pliante que l'on contient avec autant de clous, enfoncé le long de l'autre face de la latte. Il faut que ces lattes soient assez minces pour être flexibles, & cependant qu'elles aient assez de corps pour plier à peine & bien déterminer la courbure entre les points. Pour que cette courbure soit exactement suivie, les lattes doivent être d'excellent sapin du Nord, sans nœuds & de droit fil: enfin c'est à l'uniformité de la force & de la disposition des filaments du bois, que l'on doit en partie l'uniformité de la courbe: au surplus, si elle ne donne pas bien tout de suite, on range encore la latte au moyen de clous intermédiaires, ce qui exige un œil juste & exercé, avec du goût; il faut d'ailleurs à de certaines lattes, une grande longueur, pour pouvoir tracer le trait en une seule fois; on en a de différentes longueurs & de différentes épaisseurs, suivant la longueur & le pli des courbes où elles doivent être employées. Quand on est content de la courbe

que donne la latte, on la trace au crayon blanc & à la sanguine, cette latte servant de règle.

Remarquez que pour le point de rencontre de la courbe avec le trait du dessus de la quille, sans s'attacher à la demi-largeur 7 po. ½ portée dans le devis, il faut employer l'opération que nous avons prescrite p. 21 l. 17 (*); c'est-à-dire, que du point *x* de la rablure pris pour centre, vous tracerez un arc de cercle, ayant pour rayon l'épaisseur du gabord (ici 4 po. ½.). Vous menerez votre courbe de façon qu'elle touche l'arc de cercle. Il en sera de même pour tous les pieds de couples.

Au point *f* de rencontre de la courbe & de la parallèle 33', on fait une contre-marque: c'est le lieu où la fausse lisse rencontre le maître couple; aux semblables points 1 *l*, 2 *l* &c. sur les parallèles 5, 9 &c. on fait de pareilles marques, pour les premières, secondes &c. lisses, & à ces contre-marques vous cotez le n°. de la lisse; leurs extrémités sont déterminées sur la ligne du milieu, comme nous le verrons bientôt. Mais pour suivre l'ordre du devis, occupons-nous du tracé de l'étrave.

II.

Du tracé de l'Etrave.

Tirez sur le plancher de la salle une ligne indéfinie *VP* (*fig.* 9*.). Elevez-y, au point *P*, une perpendiculaire *PP'*: PL. XXI. on fait comme se tracent ces lignes, & comme s'élèvent ces perpendiculaires. Celle-ci est la perpendiculaire de l'é-

(*) Partout où on trouvera des renvois analogues, on aura recours à la page & la ligne indiquées: p. 21, l. 17, signifie *page* 21, *ligne* 17 de l'Ouvrage.

trave; par le point V menez une parallèle VV' à PP'; VP eſt la ligne du deſſous de la quille : marquez ſur une règle les hauteurs que vous trouverez dans le devis à l'Article 2 *du tracé de l'étrave ;* mettant le bout de cette règle, d'où vous avez commencé vos marques d'abord ſur P & enſuite ſur V, portez ſur les perpendiculaires PP', VV', ces hauteurs 1 pi. 5 po., 4 pi., 7 pi. 1 po. 6 lig. &c. 36 pieds; par ces diviſions menez les parallèles 11′ 22″ 33′ &c. 12 12′ ; ayant effacé les hauteurs de deſſus la règle, portez-y les ordonnées 15 pi. qui eſt l'élancement, 12 pi. 7 po. qui eſt celle à la hauteur du deſſus de la quille, 9 pi. 4 po. 9 lig. &c. juſques & compris la huitième 5 po. 9 lig.; portez ces diſtances ſucceſſivement ſur la ligne du deſſous de la quille PV, ſur les parallèles 11′ 22′ 33′ &c. 77′, à partir de PP' allant vers VV'; portez par un procédé analogue, ſur les parallèles 88′ 99′ &c. 12 12′ les points aux diſtances en dehors de la perpendiculaire PP', de 6 lig., 7 po. &c. 1 pi. 6 po. Par ces treize points, au moyen d'une latte rangée avec des clous, faites paſſer une courbe; elle ſera le tracé extérieur de l'étrave : un autre trait intéreſſant à avoir pour l'aboutiſſement des liſſes, du pied du coltis &c., c'eſt celui du trait de la rablure; il eſt à dix pouces au-dedans de celui que nous venons de nous procurer; ainſi prenant une grande quantité de points à dix pouces de diſtance du trait extérieur & bien carrément, c'eſt-à-dire, géométriquement parlant, ſur des perpendiculaires aux tangentes à cette courbe : tous les points appartiendront à cette nouvelle courbe. On prend fort bien ces points carrément à vue d'œil, avec un grand compas de bois à quart de cercle & à vis, les

les pointes en fer : vous l'ouvrez de 10 pouces, vous le contenez dans cette ouverture en ferrant la vis : portant une des pointes de ce compas, ainsi difposé, fur le trait extérieur de l'étrave, & l'autre pointe à la plus grande diftance de ce trait, eftimée à l'œil, vous avez le point cherché, que vous vérifiez en le prenant pour centre & faifant mouvoir l'autre pointe du compas fur le trait de l'étrave. Si l'arc du cercle ne fait que le rafer, le toucher, fans le croifer, le point eft bon. Vous vous en procurez de cette manière autant qu'il vous eft néceffaire. Par tous ces points vous faites paffer une nouvelle courbe, qui eft le trait de la rablure de l'étrave. Vous prenez fur votre règle d'après le n°. 3 *de la diftribution des couples*, dont nous allons nous occuper plus particulièrement, la diftance de la perpendiculaire de l'étrave au feptième avant de 7 pi. 6 po. 6 lig. & celle du feptième au fixième avant de la même quantité; vous les portez fur *PV*, de *P* en *VII* & de *VII* en *VI*; par les points *VII* & *VI*, vous menez des perpendiculaires à *PV* ou des parallèles *PP'*; ce font les projections du couple *VII* ou du coltis, & du couple *VI* dont il faudra rapporter le pied fur le gabarit de l'étrave & du brion, comme nous l'expliquerons en temps & lieu.

I I I.

Préparation au tracé des Liffes.

On ne trace point d'ailleurs à la falle le plan d'élévation; mais, pour l'axe des liffes, on mène une ligne indéfinie fur laquelle on porte la diftribution des couples; pour cet effet on marque fur la règle 7 pi. 6 po. 6 lig.; on porte

deux fois cette distance, savoir, d'une des extrémités de
PL. VI. la ligne *Pp*, en *VII a* (*fig.* 23.) (*a*), & de *VII a* en *VI a*; on porte ensuite de la même manière six distances de 10 pi. 1 po. de *VI a* en *V a* de *V a* en *IV a* &c. de *I a* en *M a*; & après avoir mis 12 pi. de *M a* en *m*, on porte sept autres distances de 10 pi. 1 po. de *m* en 1, de 1 en 2, de 2 en 3 &c. & de 6 en 7: du point 7 on porte une distance totale de 13 pi. 10 po. pour avoir le point *p* de la perpendiculaire de l'étambot, & de ce même point 7 une autre distance de 5 pi. qui marque le faux couple en *f c*; par tous ces points ou même des perpendiculaires indéfinies à *P p*: c'est sur ces perpendiculaires que seront prises les ordonnées des différentes lisses.

I V.

Du tracé sur le vertical-latitudinal de la projection des Lisses, particulièrement de celles qui gissent dans des Plans.

D'après le n°. 4 *de la position des lisses sur la ligne du milieu*, on marque sur une des plus grandes règles de la salle, pour la partie de l'arrière, les hauteurs 6 pi. 2 po. 6 lig., 15 pi. 8 po. 6 lig., 20 pi. 11 po. &c. 46 pi. 1 po.
PL. XXI. On pose cette règle sur la ligne du milieu α β (*fig.* 6'.): son extrémité, sur laquelle on a commencé les divisions, sur α: on rapporte ces hauteurs en *l*, 1', 2' &c. 8'; de

(*a*) Nous ne répétons pas la figure sur une plus grande échelle, comme nous l'avons fait pour le maître, par des raisons dont nous rendons compte ci-après en parlant du tracé des lisses.

ces points à ceux f, $1\ l$, $2\ l$ &c. $8\ l$, chacun à chacun, on tire les droites $f\,l\,1\,l\ 1'$, $2\,l\,2'$ &c. $8\,l\,8'$, il faut en excepter $6\,l\,6'$ qui ne doit pas être une droite: mais la fausse lisse $f\,l\,i$ est déterminée par son point i. Pour la partie de l'avant, on porte sur cette même ligne du milieu, d'une manière analogue, les hauteurs 4 pi. 3 po., 6 pi. 10 po. &c. 31 pieds qui servent, avec des points placés semblablement à ceux f, $1\ l$, $2\ l$ &c. $8\ l$ sur le maître, pour ce quartier de l'avant, à avoir les lisses. Il y a aussi quelques exceptions pour les lisses gissant sur des surfaces courbes; on trouve à leur égard dans le devis, les hauteurs & demi-largeurs de leurs points d'intersection avec chaque coupe: on se conduira pour ces lisses comme nous allons bientôt l'expliquer pour celle $6\,l\,6'$ du quartier de l'arrière, voulant éviter de nous répéter inutilement.

V.

De la détermination des points d'intersection du gabariage des Couples, ou des sections verticales-latitudinales, avec les projections des Lisses sur le vertical: lesquels points en donneront le tracé.

Passons à l'article de l'ouverture des couples sur les lisses. Le mot *ouverture* en architecture navale, indique communément la largeur. Les couples sont plus ou moins serrés, pincés, plus ou moins ouverts, selon les divers endroits du Bâtiment; ce qui en détermine la largeur dans ces endroits: ainsi, ces points de l'ouverture des couples sur les lisses, ne marquent autre chose que la largeur (hors membre) du Vaisseau à chacun de ces points.

PREMIER CAS, *ſuivant l'obliquité des Liſſes.*

Ces points ſur les liſſes juſqu'à la cinquième ont été relevés n°. 5 ſuivant leur obliquité ; ainſi pour la fauſſe liſſe, par exemple, partie de l'arrière, marquez ſur votre règle 8 pi., 7 pi. 1 po. 1 lig., 7 p. 1 po. 9 lig. &c. 11 po. 6 lig., 6 po. ; poſant le point de diviſion 8 pi. ſur *f*, l'extrémité de la règle d'où on a commencé les diviſions doit pouvoir ſe trouver ſur la ligne du milieu en *l* : c'eſt une vérification pour la hauteur des liſſes ſur la ligne du milieu ; car le point ſur le maître & la longueur d'une liſſe donnés, la hauteur de l'extrémité de cette liſſe ſur la ligne du milieu eſt déterminée, & elle doit ſe trouver conforme à celle qui lui appartient dans l'article 4 des hauteurs relevées ſur cette ligne du milieu ; ici 8 pi. de longueur de la liſſe doivent donner 6 pieds 2 po. 6 lig. de hauteur (Voyez cet article 4 *de la poſition des liſſes*). Cependant dans la pratique du tracé ſur le plancher de la ſalle des gabarits, il peut ſe rencontrer quelques petites différences. Il y en aura d'autant moins qu'on aura opéré plus exactement & avec de meilleurs inſtruments. Cette différence étant très-peu conſidérable, il ſeroit peut-être minutieux de s'y arrêter : mais en la négligeant, c'eſt le point donné par la longueur de la liſſe du milieu, auquel il faut s'arrêter plutôt qu'à celui donné de poſition n°. 4 ; c'eſt par cette vérification même qu'il convient de commencer, c'eſt-à-dire, qu'avant de porter les points des couples ſur une liſſe, il eſt à propos d'en porter la longueur totale de ſon extrémité ſur le maître couple à aboutir ſur la ligne du milieu : ſi elle aboutit juſte au point marqué pour ſa

hauteur, l'exactitude est la plus grande; s'il ne s'en faut que d'une ligne ou deux pour un grand bâtiment, on peut s'en tenir-là, abandonnant le point de hauteur qui avoit été donné, par exemple ici au n°. 4: dans le vrai, on pourroit se dispenser de faire article de ces hauteurs.

La longueur 8 pi. de votre règle assure donc l'exactitude du point de la hauteur 6 pi. 2 po. 6 lig. sur la ligne du milieu, ou elle vous donne un autre point qui n'en n'est pas fort sensiblement éloigné; alors par ce point & celui *f*, vous menez une droite, ayant effacé celle *f l*, si elle a été tracée d'après ce qui a été dit sur l'article de la position des lisses: mais il est bon de ne frapper cette ligne, que la vérification faite. La règle toujours posée, son extrémité sur la ligne du milieu, sa marque 8 pieds sur *f*, vous marquez sur votre projection de lisse, les points 1 *c*, 2 *c* &c. 7*c*, *fc* donnés par les divisions 7 pi. 8 po. 1 lig., 7 pi. 1 po. 9 lig. &c. 11 po. 6 lig, 6 po.: ce sont les points d'intersection avec la lisse, des couples 1, 2 &c. 7, faux couple: on opère de même pour les première, seconde jusques & compris la cinquième lisse.

DEUXIÈME CAS. *Pour les Lisses à double Courbure.*

La sixième lisse ou lisse du fort (toujours n°. 5), est à double courbure, c'est pourquoi on a les hauteurs pour chaque largeur. On porte sur la règle ces hauteurs 21 pi. 1 po., 21 pi. 3 po. 3 lig. &c. 25 pi. 2 po. 9 lig., 25 pi. 8 po., 26 pi. 2 po.; posant cette règle sur *a b*, son extrémité au point *a* vous marquez les points *m*, 1 *f* &c. 7 *f*, *f c*, *c* donnés par chacune des divisions; vous faites la même opération sur $\alpha\ \beta$ pour avoir les points *m'*, 1' *f'* &c. 7 *f'*,

f c′, *e′* par ces points chacun à chacun, vous tirez les parallèles *m m′*, 1 *f* 1′*f* &c. 7 *f* 7′*f*, *f c* *f c′*, *e e′*; vous portez ensuite sur la règle les demi-largeurs qui appartiennent à ces hauteurs, 22 pi. 3 po. 6 lig., 22 pi. 2 po. 6 lig. &c. 17 pi. 3 po. 6 lig., 16 pi. 4 po. 7 lig., 15 pi. 2 po.: la posant alors, toujours son extrémité sur la ligne du milieu, d'abord sur *m m′*, vous avez la vérification da la largeur; après successivement sur 1 *f* 1′*f*, 2 *f* 2′*f* &c. 7 *f* 7′*f*, *f c* *f c′*, *e e′*, vous marquez sur ces droites les points 1 *c′* 2 *c′* donnés par les divisions de 22 pi. 2 po. 6 lig., 21 pi. 11 po. 8 lig. &c.; 7 *c′* de la division 17 pi. 3 po. 6 lig.; *f c′* pour 16 pi. 4 po. 6 lig.; *e* pour 15 pi. 2 po.

TROISIÈME CAS. *Ouvertures prises au carré, quoique sur des projections en lignes droites.*

Pour les fausse lisse intermédiaire, septième & huitième lisse, quoique leurs projections soient des droites, les ouvertures des couples n'ont pas été prises suivant l'obliquité de ces lisses; on en a relevé les demi-largeurs aux points de rencontre: si ce changement n'a aucun inconvénient, d'un autre côté je n'en vois pas la raison; & je m'y conforme cependant pour que le lecteur ne trouve par la suite rien d'étranger dans la façon de présenter les devis. Quant à la manière de déterminer les hauts par des lisses à double courbure, elle pourroit avoir l'avantage de donner en même temps la tonture des préceintes, des ponts, des lisses d'acastillage: on ne s'y est pas attaché ici; mais on voit facilement ce qu'il y auroit à faire pour cela. Pour en revenir à nos trois lisses supé-

rieures, par exemple, à la fauſſe liſſe intermédiaire des ſixième & ſeptième, portez ſur la règle, des diviſions à 21 pi. 6 po., 21 pi. 4 po. 2 lig. &c. 16 p. 8 po. 7 lig., 14 pi. 11 po. 6 lig.; la longueur 21 pi. 6 po. eſt la vérification de la largeur du maître couple, à ſon point de rencontre avec la liſſe; les autres quantités, par exemple, celle de 16 pi. 8 po. 7 lig. qui eſt la demi-largeur du couple 7 à la liſſe, ſe détermine ſur cette liſſe, en y plaçant le point de diviſion en 7″ de manière que l'extrémité de la règle aboutiſſe carrément à la ligne du milieu. Il faut pour ce procédé un peu de tâtonnement.

Ayant poſé cette règle, à vue d'œil, le plus perpendiculairement à la ligne du milieu, qu'il a été poſſible pour vérifier ſi l'opération eſt exacte, ſon point de diviſion ſur la liſſe priſe, pour centre, on fait mouvoir ſon extrémité de manière qu'elle décrive un arc de cercle, auquel la ligne du milieu ſoit tangente; le point ſur la liſſe n'eſt bon qu'alors. Les autres points ſur cette liſſe, ainſi que ſur les ſeptième & huitième ſe trouvent de même.

Quatrième cas. *Détermination particulière pour les Rabattues.*

Pour avoir la rabattue conformément au devis, portez ſur la ligne du milieu, à partir du deſſus de la quille, des hauteurs αR & $a r'$ de 41 pi. 2 po. & 45 pi. 2 po.; par ces points R' & r' élevez des perpendiculaires à la ligne du milieu, ou menez des parallèles à la ligne du deſſus de la quille $a\ \alpha$; ſur ces parallèles prenez les quantités 16 pi. 8 po. 6 lig. & 11 pi. 6 lig. de demi-largeur, chacune à chacune de R' en R & de r' en r; menez $R\,r$: on con-

çoit comment se font ces opérations avec la règle & la ligne blanche : *Rr* est la lisse de rabattue, sur laquelle vous prenez les demi-largeurs 16 pi. 3 po. 4 lig, 15 pi. 8 po. 3 lig. &c. 12 pi. 3 p. (au carré, bien entendu) ; cela vous donne sur cette lisse les points des couples 2, 3 &c. 7 : le premier couple & l'allonge de cornière ont leurs points en *R* & *r*.

Nous ne répéterons pas pour la partie de l'avant, les procédés que nous venons d'expliquer pour la partie de l'arrière. Nous ferons seulement remarquer que les fausses & cinq premières lisses sont des droites, sur lesquelles les ouvertures des couples ont été relevées suivant leur obliquité ; que la fausse lisse intermédiaire entre les sixième & septième est aussi une droite, mais que les ouvertures y sont prises au carré ; que les sixième, septième & huitième lisse sont des courbes à double courbure : on sait comme il faut opérer pour chacun de ces trois cas.

On ne trace point à la salle le plan d'élévation comme nous l'avons déjà dit : on a expliqué le tracé de l'étrave : la distribution des couples se fait sur la quille ; nous venons de nous étendre sur la manière de déterminer les points des lisses, par lesquels doit passer le périmètre de leur gabariage ; on pourroit conduire, au moyen de la latte pliante, des courbes par ces points, pour avoir ce périmètre, s'il n'étoit sage de saisir auparavant un moyen de vérification qu'offre le tracé des lisses, nécessaire d'ailleurs pour d'autres objets : mais il nous faut auparavant celui de l'étambot, de la lisse d'hourdy, de la projection des estains, indispensable pour terminer le contour des lisses de l'arrière, comme l'étrave pour l'avant.

VI.

VI.

Du Tracé de l'Etambot, de la Lisse d'Hourdy, & de la projection horizontale de l'Estain.

1°. *De l'Etambot.*

Ayant tracé une ligne *A* 7 (*fig.* 6″.) pour représenter le deffus de la quille, & ayant élevé une perpendiculaire au point *A* pour celle de l'étambot, on prend d'après l'article 7 du devis une distance de 26 pi. 6 po. 6 lig. que l'on porte de *A* en *D*; on porte aussi 2 pi. de *A* en *d*; on fait passer une droite par *d D*; c'est la partie extérieure de l'étambot; on lui mène une parallèle distante de 10 po.: c'est le trait de la rablure. PL. XXI.

2°. *De la Lisse d'Hourdy.*

La ligne droite de la lisse d'hourdy se trouve, comme le point d'intersection du trait extérieur de l'étambot avec la perpendiculaire, à une hauteur du dessus de la quille de 26 pi. 6 po. 5 lig.: cela n'est pas nécessairement ainsi, mais c'est de cette manière dans le plan dont nous nous occupons: menez à la ligne *A* 7, une parallèle *a b* qui en soit à cette distance; menez une pareille parallèle *a′ a′* (*fig.* 6′.) à *a a*; pour continuer de satisfaire à l'Article 8 du devis, menez à la distance de 3 pi. 5 po. de la perpendiculaire de l'étambot une ligne *d a*, *a′ a′* (*fig.* 6″.) qui y soit parallèle, portez 5 po. de *a′* en *d′* (*fig.* 6′.); menez à cette même distance de 5 po. de *a b* (*fig.* 6″.), la paral-

lèle $\alpha\,\beta$: cela détermine le bouge vertical ; à 11 po. de $d\,a$, $a'\,a''$ menez-leur la parallèle $\delta\,\alpha\,d'$ pour le bouge horizontal ; il faut encore mener à 1 pi. 5 po. de $d\,a$, $a'\,a''$ & $\delta\,\alpha\,d'$ les parallèles $c\,b\,b'\,\beta'$ & $\alpha\,\beta\,c'$, pour avoir l'épaisseur horizontale de la lisse d'hourdy ; & pour avoir son épaisseur verticale, à la distance de 1 pi. 6 po. de $a\,b$ &
Pl. XXI. de $\alpha\,\beta$, ainsi que de $a'\,\alpha'$ (*fig.* 6'.) mener les parallèles
Pl. XXI. $c\,d$ & $\gamma\,\delta$ (*fig.* 6''.) & $b'\,\beta'$ (*fig.* 6'.) faites les lignes a'
Pl. XXII. α'' & $b'\,\beta'$ (*fig.* 6''.), ainsi que $a'\,\alpha'$ & $\delta'\,\beta'$ (*fig.* 6'.) de la demi-longueur 15 pi. 3 po. de la lisse d'hourdy : toutes ces opérations donnent les projections $a\,b\,c\,d$ (*fig.* 6''.) de l'extrémité de la lisse d'hourdy & $a\,\alpha\,\gamma\,\delta$ de sa coupe au milieu, sur le plan vertical-longitudinal ; ainsi que les points a', d', b', c' (*fig.* 6' & 6''.) par lesquels menant des courbes on aura dans la figure 6' les traits supérieur & inférieur de cette lisse d'hourdy : & dans la figure 6'' les traits de l'avant & de l'arrière. Remarquons cependant que la conduite de la lisse du fort portera le point b' un peu plus vers le milieu.

Pour assujétir ces courbes à quelque loi, l'usage de bien des gens, qui est enseigné même dans certains traités, est de faire un quart de cercle ayant pour rayon le bouge ; d'en diviser un des rayons en plusieurs parties égales ; d'élever par les points de divisions, des perpendiculaires au rayon ainsi divisé, jusqu'à la circonférence du cercle, de diviser la ligne droite de la lisse d'hourdy dans le même nombre de parties égales ; d'élever aussi des perpendiculaires à ces points de division, & d'en déterminer la longueur par celle des ordonnées du cercle. Ce procédé n'est pas exact puisque les ordonnées étant fort multipliées,

cette moitié de la lisse d'hourdy seroit absolument un quart d'élipse, qui auroit pour demi-axe le bouge & la demi-largeur de la ligne droite de la lisse: il en résulteroit qu'il y auroit un angle, non seulement aigu, mais même infiniment petit à la rencontre de cette lisse avec l'allonge de cornière. Pour tirer parti de cette méthode il faut prendre un arc de cercle moindre que le quart: ici nous avons doublé le bouge $c' \beta'$, pour avoir $c' \gamma$; du point γ pris pour centre, & du rayon $c' \gamma$ nous avons tracé l'arc $c' \delta'$: ayant divisé $\beta' \delta'$ en quatre parties égales, nous avons élevé au point de divisions 1, 2, 3 les perpendiculaires 11', 22', 33'; nous avons pareillement divisé la corde de la lisse d'hourdy $b' \beta'$ en quatre parties égales; nous avons élevé des perpendiculaires aux points de division *I II III* sur lesquels nous avons pris les quantités *I I'*, *II II'*, *III III'*, égales à 11', 22', 33', chacune à chacune. Par les points *b*, *III'*, *II'*, *I'*, *c*, nous avons mené une courbe, qui nous donne le trait extérieur de la lisse d'hourdy. Prenant plusieurs points à une distance horizontale de 1 pi. 5 po. de cette courbe, on est à même d'avoir le trait intérieur $a' d'$; on se procure d'une manière analogue, les traits supérieur & inférieur de cette lisse $a' d'$, $b' c'$ (*fig. 6'.*)

3°. *De la projection horizontale de l'Estain.*

Suivant l'Art. 9 du devis, il faut prendre sur la ligne du milieu $A' 7'$ du plan horizontal (*fig. 6''.*) de A' en *e*, une quantité de 6 pi. 9 po. & mener une droite de a' en *e*: ce sera la projection de l'estain sur le plan horizontal. Pl. XXI.

VII.

Du tracé des Lisses.

1°. *Des Lisses au vrai, ou suivant leur obliquité.*

Occupons-nous maintenant du tracé des lisses. Pour rendre plus sensible le tracé à la salle, qui est le passage des mesures de l'échelle portées sur le devis, aux mesures naturelles, nous avons cru devoir passer du petit au grand au moins pour le maître couple, l'étrave, l'étambot, la lisse d'hourdy en en faisant les dessins sur une plus grande échelle; maintenant que les idées sur ces opérations doivent être assez nettes, il seroit inutile de continuer à faire de nouveaux plans dont la grandeur en rendroit le développement fort embarrassant; ainsi nous considérons

PL. IV, V & VI. à présent les figures 13, 14, 23 comme les dessins de la salle, sans renoncer à renvoyer aux figures en grand pour quelques détails, qui jeteroient trop de confusion dans les plans à petits points. Rendus où nous en sommes de nos opérations, nous ne sommes censés avoir encore sur la fi-

PL. IV. gure 13 que le maître couple, la lisse d'hourdy, la projection des lisses & les points, sur ces lisses, de leur inter-

PL. VI. section avec le gabariage des couples. Sur la figure 23, la ligne *Pp*, qui doit servir pour l'axe des lisses de l'arrière, & à laquelle doivent être rapportés les axes des lisses de l'avant; sur cette ligne est portée la distribution des couples, au point de division desquels on a élevé des perpendiculaires : projections de plans de leur gabariage.

PL. XXI. La règle sur *f l* (*fig.* 6.) ayant servi, au moyen de ses

divisions, à marquer tous les points 1 *c*, 2 *c* &c. 7 *c* *f c*: cette règle que nous supposons à présent sur *f l* (*fig.* 13.) en est enlevée sans en effacer les marques, & portée d'abord sur *m m''* (*fig.* 23.), l'extrémité d'où on a commencé les divisions, sur le point *m* de l'axe. La division à 8 pi. qui est l'ouverture au maître, détermine le point de cette lisse qui lui appartient & vous le marquez en *m'*; faisant glisser la règle toujours le même bout à l'axe sur la perpendiculaire au point 1, vous marquez 1' à la division 7 pi. 8 po. 1 lig.; sur la perpendiculaire au point 2, vous marquez 2' à 7 pi. 1 po. 9 lig. &c.; sur la perpendiculaire en 7, vous portez 7' à 11 po. 6 lig.; enfin sur celle en *f c*, vous portez *f c'* à 6 po.

Il faut voir à présent où se termine cette lisse, c'est le cas de faire usage de ce que nous avons dit au commencement du second Chapitre de la seconde Section, concernant les rablures.

Les projections de lisses désignant l'arête supérieure & intérieure de ces pièces, en supposant qu'elles aient pour épaisseur celle du bordage & leur lit supérieur dans le plan de ces lisses, leurs projections sur le vertical-latitudinal sont également celle des arêtes supérieures, intérieures & extérieures, & les arêtes extérieures se terminent au trait de la rablure, de l'étambot ou de l'étrave.

Usons de la faculté que nous nous sommes réservée, d'avoir recours aux dessins à grands points; dans la supposition que nous venons de faire, l'arête supérieure-extérieure de la lisse *f l* (*fig.* 6'.) se termine au point *n* de sa rencontre avec le trait de la rablure de l'étambot; (souvenons-nous que nous ne considérons d'autres traits de rablure que ce- Pl. XXI.

lui tracé ſur ſa ſurface latérale des pièces) nous rapportons
Pl. XXI. ce point *n* ſur l'élévation de l'étambot (*fig.* 6″.) ; ce qui nous donne ſa diſtance à la perpendiculaire de l'étambot & par-là nous ſert à le rapporter toujours dans le trait de la rablure, ſur le plan de la liſſe. La diſtance de ce trait
Pl. XXI. de rablure à l'axe de la liſſe $= n\ l$ (*fig.* 6′.). Prenant $A'\ 7'$
Pl. XXI. (*fig.* 6″.) pour cet axe, menons-y une parallèle à cette diſ-
Pl. XXI. tance $n\ l$ (*fig.* 6′.) ſur laquelle parallèle (*fig.* 6″.) nous rapportons en n' la diſtance à la perpendiculaire de l'étambot, déterminée en *n*, pour le point d'aboutiſſement de l'arête ſupérieure-extérieure de la liſſe.

De ce point n' pris pour centre, tracez, non pas un quart de cercle comme pour les pieds de couples, mais un quart d'ellipſe, ayant pour petit axe ſur le trait de la rablure l'épaiſſeur du bordage ici de 4 po. ½, pour grand axe $\frac{4 \text{ po. } \frac{1}{2}}{7 \text{ po. } \frac{1}{2}} \times n\ l$, 7 po. ½ étant la demi-largeur de l'étambot; nous avons employé ici l'épaiſſeur du bordage de 4 po. ½ parce que la quête de l'étambot ne donne pas une augmentation ſenſible au courant de l'axe de la liſſe; mais à l'égard de l'étrave, ſurtout ſur la liſſe du fond, il faudra
Pl. XXI. y faire attention. A cette liſſe du fond $f\,l$ (*fig.* 9*.) le bordage de 4 po. ½ d'épaiſſeur donne dans l'interſection de ſon plan avec celui de l'étrave, une quantité $= \frac{f\,l\,i}{f\,l\,t} \times 4 \text{ po. } \frac{1}{2} = \frac{f\,l\ \ i}{10 \text{ po.}} \times 4 \text{ po. } \frac{1}{2}$ $f\,l\ i$ ne peut ſe procurer que par une ouverture de compas, la courbure de l'étrave n'ayant pas une loi exprimable. On voit que c'eſt le rayon de l'angle que forme l'interſection en queſtion avec l'élément de la courbe au point $f\,l$; & dont $f\,l\ t = 10$ po.

eſt le ſinus: mais cet angle n'eſt pas plus ſuſceptible d'être calculé.

Cette quantité que fourniſſent les 4 po. $\frac{1}{2}$ dans l'interſection étant déterminé, en l'employant, il ne reſtera d'ailleurs qu'à ſuivre le procédé pour l'érambot : revenons-y.

Généralement *n l* eſt une quatrième proportionnelle à l'ordonnée, à la liſſe qui en dépend & à la demi-largeur de l'étrave priſe avec l'attention recommandée ci-deſſus, ou de l'étambot; c'eſt-à-dire qu'ici, (voyez les n°s. 1 & 5 du devis) on a (*f* 3'.) (*fig.* 6'.) 5 pi. 11 po. 5 lig. : (*f l*) 8 pi. : : ($\frac{1}{2}$ largeur.) 7 po. 6 lig. : (*n l*) $\frac{8 \text{ pieds}}{5 \text{ pi. } 11 \text{ po. } 5 \text{ lig.}} \times 7 \text{ po. } \frac{1}{2}$; d'où le grand arc de l'ellipſe $\frac{4 \text{ po. } \frac{1}{2}}{7 \text{ po. } \frac{1}{2}} \times n\,l$ ſe réduit à $\frac{8 \text{ pieds}}{5 \text{ pi. } 11 \text{ po. } 5 \text{ lig.}} \times 4 \text{ po. } \frac{1}{2} = \frac{3 \text{ pieds}}{5{,}952 \text{ pi.}} = 0{,}504 \text{ pi.} =$ 6 po. & demi-ligne; ainſi 6 po. & demi-ligne eſt la quantité que donne l'épaiſſeur du bordage dans le plan de la liſſe, ſelon ſa projection ſur le vertical-latitudinal. Pl. XXI.

On conduira la liſſe de manière qu'elle touche le périmètre du quart d'elipſe; celle-ci étant dans les façons, la diminution d'ouverture à partir du faux couple y eſt peu ſenſible, puiſqu'elle eſt ſeulement de 6 po. à ce faux couple & qu'elle eſt de *n l* = 10 po. 4 lig. (Voyez ci-après.) — 6 po. $\frac{1}{2}$ lig. (Voyez plus haut.) = 4 po. 3 lig. $\frac{1}{2}$ dans la rablure de l'étambot, en ſorte que la figure de ladite rablure dans la pratique eſt au carré ou à angle droit, l'écart de la normale échappant à la meſure.

Ainsi donc pour avoir le point d'aboutissement des lisses à l'étrave & l'étambot & la figure de la rablure dans le plan de chacune, il faut prendre la hauteur du point de rencontre de la lisse avec la projection du trait de la rablure sur le plan vertical-latitudinal; la rapporter sur la même projection de trait de rablure de ces deux pièces terminant le plan vertical-longitudinal. Cette opération détermine la distance aux perpendiculaires ou à quelque plan vertical-latitudinal, ce qui sert à la rapporter sur le trait de rablure du plan de la lisse.

Ce trait de rablure dans le plan suivant l'obliquité de la lisse est une parallèle à l'axe qui en est distante d'une quantité donnée par la proportion suivante, où l'on considère la longueur de la lisse dans le plan vertical-latitudinal comme l'hypothénuse d'un triangle rectangle dont l'ordonnée qui lui appartient est la base; ainsi appelant L la longueur de la lisse, O celle de l'ordonnée, l la demi-largeur des pièces (de l'étambot ou de l'étrave), qui détermine le trait de la rablure, l' la distance cherchée pour l'obliquité de la lisse, on aura $O : L :: l : l' = \frac{L}{O} \times l$. On voit que la demi-largeur des pièces ici a le même facteur que l'épaisseur du bordage pour se procurer le grand axe de l'éllipse; à notre lisse, $\frac{L}{O} \times l =$

Pl. XXI. $\frac{8 \text{ pi.}}{5{,}952} \times 7 \text{ po. } \frac{1}{2} = 10 \text{ po. } 4 \text{ lig.} = l' = n\,l$ (*fig.* 6'.).

Ce point rapporté sur le plan de la lisse, donne l'aboutissement de l'arête supérieure-extérieure de ladite lisse; il est

eſt le centre du quart des cercles allongés ou ellipſes dont le contact avec la prolongation du tracé de la liſſe repréſentant ſon arête ſupérieure - intérieure, détermine ſon aboutiſſement.

Le demi-grand axe de l'ellipſe $= \frac{L}{O} \times e'$ appelant e' l'épaiſſeur du bordage, ou ce qu'elle peut donner au courant de l'axe de la liſſe, comme nous l'avons démontré ci-deſſus.

Pour continuer à généraliſer, faiſant e' = l'épaiſſeur du bordage, ou ce que cette épaiſſeur peut donner au courant de la projection de la liſſe ſur le vertical-longitudinal, e = le grand axe de l'ellipſe, on a $e = \frac{L}{O} \times e'$ comme nous l'avons dit plus haut.

Du point extérieur d'aboutiſſement de la liſſe, au point tangent des deux courbes, on mène une droite : elle donne avec le premier élément de cette liſſe la figure de la rablure.

On ſuit le même procédé pour les ſections horizontales, mais qui eſt plus ſimple, puiſqu'on peut imaginer que l'obliquité décroiſſant juſqu'à ce qu'elle ſoit = zéro alors $L = O$ & par conſéquent $l = l'$, $e = e'$.

Quoique ces liſſes ſoient toutes dans différens plans, elles peuvent être couchées ſur un ſeul; on peut auſſi les rapporter au même axe, & c'eſt ainſi qu'eſt fait le deſſin de ces liſſes; mais à l'égard du même axe, ſeulement pour la partie de l'arrière : car les plans étant d'une différente obliquité non ſeulement d'une liſſe à l'autre, mais encore pour chacune, de la partie de l'arrière à celle de l'avant, ſi on veut en raccorder le contour, on peut voir qu'il

faudra une nouvelle position d'axe pour chacune de ces lisses du quartier de l'avant; en effet, pour prolonger le tracé de notre fausse lisse, du maître vers l'étrave, on doit d'abord remarquer que *F L* (*fig.* 13.) est plus courte que *f l*, parce que le plan dont la première ligne est la projection, forme un angle plus aigu avec l'horizon, que celui de la projection *f l*; cette lisse se prolonge sans interruption sur toute la partie de la carène, mais elle change de plan entre les deux maîtres, c'est-à-dire, au plus large du Bâtiment à cette hauteur: le plan de l'avant pour prendre cette nouvelle position, a tourné sur la tangente, en ce point, à cette lisse, laquelle tangente est une parallèle à l'axe. Mais sans nous jeter dans des discussions trop géométriques, contentons-nous d'indiquer le moyen de faire ce raccord. Portant *m m'* (*fig.* 23.) de *M a* en *M'*, ce seroit la première ordonnée de la partie de l'avant de la lisse, si son plan n'avoit pas changé de position, mais puisqu'il a été incliné de manière que *f l* (*fig.* 13.) est devenu *F L*, il faut pour conserver le raccord de la lisse, porter cette quantité *F L*, de *M'* (*fig.* 23.) en μ; & du point μ mener une parallèle à *p P*: ce sera l'axe de cette partie de la lisse: alors prenant la règle graduée qui a servi à avoir sur *F L* (*fig.* 13.) ses points d'intersection avec les couples de l'avant, il faut les rapporter successivement sur les ordonnées *I'' I'* (*fig.* 23.) *II'' II'* &c. *VI'' VI'*, celle de ses extrémités dont on est parti pour marquer les divisions, sur la parallèle μ *VI''* axe de la lisse; & rapporter en *I' II'* &c. *VI'*, les divisions 6 pi. 7 po. 6 lig., 6 pi. 2 po. &c. 1 pi. 6 po. 3 lig., & vous aurez les ordonnées de la lisse: elle se termine entre le *VI*

Pl. IV. Pl. VI. Pl. IV. Pl. VI. Pl. IV. Pl. VI.

& le *VII*. Suivant la règle générale que nous avons établie, vous aurez le point extrême de la liſſe, & la figure de la rablure.

Les liſſes 1, 2, 3, 4 & 5 arrière coupent les eſtains. Pour avoir ſur le plan des liſſes, celui de leur point qui rencontre ces eſtains, par exemple, le point *E'* (*fig.* 13.) PL. IV. de la liſſe 3 *l E'* 3', vous avez d'abord ſur la règle l'ouverture *E'* 3'; avec une autre règle, prenez l'ouverture au carré *E'* ε; portez-la ſur la projection de l'eſtain (*fig.* 24.) PL. VI. de *E'* en ε : cette projection de l'eſtain eſt ſemblable à *a' e* (*fig.* 6''.). Prenez la diſtance du point *E'* (*fig.* 24.) à la projection d'un des couples, par exemple au 7, & vous aurez *E' E*; au moyen de laquelle meſure, employée avec celle *E'* 3' (*fig.* 13.) il ſera facile de former le rectangle ε *E' E* 7 (*fig.* 23.) dont le point *E'* ſera celui de rencontre de la liſſe & de l'eſtain. PL. XXI. PL. VI. PL. IV. PL. VI.

Voyons à préſent les liſſes qui ne ſe terminent pas à la rablure. Pour ſe procurer le point d'aboutiſſement, par exemple, de la cinquième liſſe, ſur la liſſe d'hourdy, vous en avez, ſur votre règle, l'ouverture oblique *H'* 5' (*fig.* 13.) PL. IV. qu'il faut conſerver (*a*); vous prenez celle au carré *H'*, *H''*, vous la rapportez ſur la projection du trait extérieur de la liſſe d'hourdy (*fig.* 24.) de *H''* en *H'* (cette projection PL. VI. eſt ſemblable à *b' c'* (*fig.* 6''.) comme 6' *H' H''* (*fig.* 13.) eſt PL. XXI & IV. ſemblable à *a' d'* (*fig.* 6'.). Prenez la diſtance du point *H''* PL. XXI. (*fig.* 24.) à la projection d'un des couples, par exemple PL. VI.

(*a*) Pour ne pas trop compliquer l'explication & le deſſin, nous employons le trait ſupérieur de la liſſe d'hourdy. Dans la plus ſcrupuleuſe exactitude, nous devrions opérer ſur le trait repréſentant la rablure, parallèle à 9 po. en deſſous du trait ſupérieur. Voyez ci-après l'explication du tracé des liſſes verticales, 2e. part. prem. ſection, chap. 3, § I.

PL. IV. du couple 7; & vous aurez $H'' \Theta$ qui, avec H' 5' (*fig.* 13.)
PL. VI. vous servira à faire le rectangle H 5 l Θ 7 (*fig.* 23.) dont le point 5 l sera celui où devra se terminer la lisse sur la barre d'hourdy : s'étant procuré le point où cette cinquième lisse est coupée par l'estain, selon la méthode indiquée pour la troisième, & tous les autres, suivant celle indiquée pour la fausse lisse, on aura une détermination suffisante de cette cinquième lisse.

2°. *Des Lisses au carré, ou seulement de leur projection sur un plan horizontal.*

Les lisses dont l'ouverture se prend au carré, offrent de moins, la difficulté de changer d'axe en passant de la partie de l'arrière à celle de l'avant.

Les lisses supérieures de l'arrière finissent d'être déterminées ou à l'extrémité de la lisse d'hourdy ou sur l'allonge
PL. V, XXII & VI. de cornière, projetée en A' A'' (*fig.* 14. 6'''. & 24);
PL. XXI. de même qu'en a a' a'' (*fig.* 6''.); ainsi la distance de leur extrémité au couple 7 ou à tout autre est donnée; leurs ouvertures sont aussi données sur la règle: par conséquent il est aisé de placer ces points sur
PL. XXII. le plan des lisses (*fig.* 6'''.); il en est de même pour la huitième lisse & celle de rabattue sur l'avant qui se terminent sur le couple *VII*.

S'étant procuré tous les points, sur les couples, par où doivent passer le contour des fausses & cinq premières
PL. VI. lisses (*fig.* 23.) de la sixième lisse (*fig.* 24.), des lisses su-
PL. VI. PL. XXII. périeures (*fig.* 6'''.), vous les tracez avec la latte: s'il y a lieu à quelques petites corrections, vous les faites & les
PL. IV. portez sur le vertical (*fig.* 13.), où vous tracez ensuite pareillement les couples à la latte.

Ainſi le plan des liſſes ſert à la correction du vertical. Il eſt néceſſaire d'ailleurs pour déterminer les équerrages & pour faire les gabarits des pièces de tour, comme nous le verrons.

VIII.

Du Tracé de l'Eſtain d'exécution.

Il ne nous reſte plus qu'à tracer l'eſtain d'exécution; *E E' 6'* (*fig.* 13.) en eſt ſur le vertical, la projection, que l'on appelle communément l'*eſtain carré;* ſur le plan horizontal (*fig.* 24.) la projection en eſt *6 l E'*, ou plus en grand *a' e* (*fig.* 6''.). La différence du contour de l'eſtain vrai ou d'exécution, à l'eſtain carré ou projection ſur le vertical, conſiſte en ce que les ordonnées du premier ſont aux ordonnées du ſecond dans le rapport de ſa projection *a' e* à ſa ligne droite *a' a'' :* nous l'avons déjà dit. Pour opérer en conformité, tracez à part *o h* (*fig.* 11''.) égale à *a' a'* (*fig.* 6'.) *a' a''* (*fig.* 6''.) ligne droite de la liſſe d'hourdy; tirez *o n* (*fig.* 11''.), de manière que *o h n* forme un triangle rectangle, égal à celui *a'' a' e* (*fig.* 6''.): *o n* (*fig.* 11''.) repréſente la projection de l'eſtain ſur le plan horizontal. Faites relativement à *o h* la projection de l'eſtain ſur le vertical *o a b c d e f*, qui repréſente *E E' 6'* (*fig.* 13.); des différents points *a b c d e f* (*fig.* 11''.), tirez à la ligne *h n* prolongée, priſe pour axe des abſciſſes, les ordonnées *a a'*, *b b'*, *c c'* &c.; aux points de rencontre de ces ordonnées avec l'eſtain, élevez-leur des perpendiculaires *a A*, *b B*, *c C* &c. prolongées juſqu'à l'hypothénuſe du triangle rectangle *h o n;* des points *A*, *B*, *C* &c. le point *o* pris pour centre, tracez les arcs de cercle *A A'*, *B B'*, *C C'* &c.; des points *A'*, *B'*, *C'* &c. abaiſſez

Pl. IV. Pl. VI. Pl. XXI. Pl. XXIV. Pl. XXI. Pl. XXIV. Pl. XXI. XXIV. Pl. IV. & XXIV.

ſur les ordonnées $a\,a'$, $b\,b'$, $c\,c'$ &c. les perpendiculaires $A'\alpha$, $B'\beta$, $C'\gamma$ &c. C'eſt par les points $\alpha\ \beta\ \gamma$ &c. que doit paſſer la nouvelle courbe pour l'eſtain d'exécution.

CHAPITRE SECOND.

Des Gabarits.

Les gabarits ſont des eſpèces de patrons qui ſe taillent d'après le tracé dont nous venons de nous occuper, & qui ſervent enſuite à travailler les pièces néceſſaires pour l'exécution de la conſtruction. Ces gabarits ſe font en planches de ſapins appelées planches de gabarits; c'eſt au dépens de leur largeur que l'on prend les différentes courbures; ainſi, quand la courbure eſt fort allongée, quand la figure approche de la ligne droite, une planche ſeule peut bien ſuffire pour faire le gabarit d'une pièce : mais quand cette pièce a beaucoup d'arc, lorſqu'elle eſt fort rouée, comme on dit en terme de l'art, on multiplie les bouts de planches, qui doivent ſe doubler d'une bonne partie de leur longueur pour pouvoir être aſſemblés bien invariablement, avec une multitude de petits clous, nommés clous de gabarits. Ces bouts de planches ſont amincis dans la longueur de leur aſſemblage, de manière que les gabarits n'aient pas beaucoup plus d'épaiſſeur dans cet endroit que dans les autres.

Pl. XXIII. Par exemple, pour faire le gabarit du genou $a\,\alpha$ (*fig.* 12'.), tendant une ligne de a en α, on voit que le genou a environ 20 po. d'arc; c'eſt-à-dire, pour parler géométriquement, que la flèche pour cette corde $a\,\alpha$ eſt de cette quantité 20 po.; la largeur d'une planche n'y ſuffit pas,

& il faut en employer deux pour le gabarit. Je prends donc la planche *a b c d;* j'en porte sur le trait ces deux angles *a* & *b;* je cherche avec un compas de charpentier, la plus grande distance du can *a b* de la planche au trait courbe; à l'endroit de cette plus grande distance, je mène la perpendiculaire *o o'* à *a b*, que je prolonge sur le gabarit; à *o o'* je mène des parallèles des points 1, 2, *b*, *I*, *II*, *III*, *IV*, *a*, aussi prolongés sur le gabarit; je porte sur ces parallèles la distance *o o'*, de 1 en 1', de 2 en 2', de *b* en *b'*, de *I* en *I'*, de *II* en *II'* &c. de *a* en *a';* par tous ces points je fais passer une courbe *b'* 2' 1' *o' I' II' III' IV' a'*: c'est le tracé du gabarit qui indique ce qu'il faut en hacher. Je fais la même opération avec la planche $\alpha\ \beta\ \gamma\ \delta$; j'ai attention de prendre la distance de son angle β à *o o';* je la porte sur le trait du premier gabarit bien carrément, de la prolongation de *o o'* en β'', où je fais une marque; les deux gabarits doivent se joindre dans leurs points β', point de rencontre de l'about du second gabarit ou de son trait $\gamma\ \beta$ avec la courbe, & β'' que l'on vient de déterminer : on voit qu'ils se doubleront d'environ 30 pouces: dans cette partie ils sont amincis, & ils y seront assemblés avec une grande quantité de clous de gabarit.

QUATRIÈME SECTION.

Du Devis du Charpentage.

Nous avons expliqué dans la seconde Partie ce que c'est que les devis, & nous y avons donné celui du Constructeur : d'où il s'en est suivi le tracé, particulièrement

celui à la salle & le travail des gabarits. Ici c'est là place naturelle du devis du charpentage ; ou du devis que le Constructeur donne au Charpentier pour qu'il s'y conforme. Voici celui du Vaisseau de 74 canons dont nous nous occupons.

Devis du Charpentage d'un Vaisseau de 74 canons.

La quille aura 17 po. de hauteur, 15 po. de largeur ; elle sera établie sur un chantier droit sans contre-arc.

L'étrave 18 po. sur la largeur & 15 po. sur le droit.

L'étambot de 22 à 26 po. de largeur & 15 po. sur le droit : du dehors de l'étambot au trait de la rablure 10 pouces.

La lisse d'hourdy 17 po. de largeur & 18 po. de hauteur ; elle sera sans tablure, son bouge vertical sera de 5 po. ; le bouge horizontal de 10.

La barre d'arcasse 10 po. de hauteur.

Les varengues & genoux de fond auront 13 po. sur le droit ; les première, seconde & troisième allonges 12 po. $\frac{1}{2}$ pareillement sur le droit ; les quatrième & cinquième allonges, 12 po. aussi sur le droit : ces échantillons ainsi réglés donneront 4 po. $\frac{3}{4}$ de mailles dans les fonds, 5 po. $\frac{3}{4}$ au fort & 6 po. $\frac{1}{4}$ dans les hauts du Vaisseau ; l'épaisseur des membres sur le tour sera, à la lisse du fond, de 13 po., à lisse du fort de 11 po. $\frac{3}{4}$; 7 po. au plat bord ; 4 po $\frac{1}{2}$ à la dunette.

Il y aura deux couples de boisage entre le sixième & le septième couple de l'avant ; trois entre tous les autres, excepté les deux maîtres, lesquels couples de boisage auront les échantillons sur le droit fixés ci-dessus.

Entre

Entre les deux maîtres couples, on placera quatre couples de boisage; & afin de parvenir à donner une égalité de mailles entre lesdits couples, on donnera un po. de moins d'échantillon sur le droit, tant aux varangues & genoux qu'à toutes les allonges.

Les baux du faux pont auront 12 po. carrés, 5 po. de bouge sur la plus grande longueur; ils seront entaillés de trois pouces dans une serre-bauquière de 6 po. d'épaisseur; par-dessus ces baux, on placera une fourure de 12 po. de largeur sur 11 po. de hauteur entaillée de 2 po. ½ dans les baux; elle sera chevillée avec le côté du Vaisseau. Cette liaison tiendra lieu des courbes de fer qu'on place ordinairement au faux pont.

Les trois barrots de la fosse aux lions auront 18 po. carrés.

Les baux du premier pont auront 14 po. de largeur, 15 po. de hauteur & 7 po. de bouge sur la plus grande longueur.

Les baux du second pont auront 12 po. carrés & 10 po. de bouge sur leur plus grande longueur.

Les barrots de gaillards, 9 po. carrés & 11 po. de bouge sur la plus grande largeur.

Les barrots de la dunette, 7 po. de largeur; 6 po. ½ de hauteur & 13 po. de bouge sur la plus grande longueur.

Les barrots de soute à pain, 9 po. carrés; ceux de la plate forme aux cables, 8 po. carrés.

La serre-bauquière du premier pont, 13 à 14 po. de largeur; 7 po. ½ d'épaisseur au lit d'en-haut & 6 po. ½ au lit d'en-bas: les vaigres au-dessous diminueront d'un quart

de po. à chaque tour jusqu'au quatrième, & les autres diminueront d'un demi-pouce jusqu'au vaigre de point.

La ferre bauquière du second pont, 12 à 13 po. de largeur; 6 po. d'épaisseur au lit d'en-haut, jusqu'à 4 po. ½ au lit d'en-bas.

Celle des gaillards, 12 po. de largeur; 4 po. ½ d'épaisseur au lit d'en-haut, & 3 po. ½ au lit d'en-bas.

Celle de dunette, 11 po. de largeur & 3 po. ½ d'épaisseur.

Le vaigre, 4 po. d'épaisseur; deux tours de serre à l'empâture des genoux & varangues de 5 po. d'épaisseur.

Les carlingues, 11 po. de largeur, 10 po. d'épaisseur: elles seront entaillées de 3 po. dans les varangues.

La hauteur de la varangue des maîtres couples au-dessus de la quille, sera de 21 po.

Les varangues & genoux de porques auront 11 po. ½ de largeur sur le droit; 11 po. sur le tour au bout desdites varangues; toutes les allonges 10 po. sur le droit, & l'épaisseur sur le tour sera aussi de 10 po. Il y aura dans ce Vaisseau huit porques; une pour former la carlingue du mât de misaine; une pour la carlingue du grand mât; une dans la cale au vin; une dans la fosse aux cables. La dernière de l'arrière sera placée dans la cave du capitaine; les trois autres seront placées convenablement dans le reste de l'espace de la cale. On supprime celles qu'on a coutume de placer dans les soutes à poudre, où elles nuisent à l'arrimage des barils. Entre ces huit porques, il y aura une varangue à chaque carlingue de mât.

Les fourures de goutières du premier pont, 13 po. de largeur, 12 po. de hauteur; celles du second pont, 12 po.

de largeur & 11 po. de hauteur; celles des gaillards, 10 po. de largeur & 8 po. de hauteur; celles de la dunette, 6 po. $\frac{1}{2}$ de hauteur & 8 po. de largeur.

Les hiloires & goutières du premier pont, 10 po. de largeur & 6 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur; celles du ſecond pont, 9 po. de largeur & 5 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur; celles des gaillards, 8 po. de largeur & 4 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur.

Les ſerres-goutières du premier pont, 5 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur au lit d'en-bas & elles ſe réduiront à 4 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur au ſeuillet des ſabords : le bordage intérieur entre les ſabords ſera de quatre pouces d'épaiſſeur.

Les ſerres-goutières du ſecond pont, 4 po. d'épaiſſeur au lit d'en-bas & elles ſe réduiront à 3 po. au ſeuillet des ſabords: le bordage intérieur entre les ſabords 2 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur.

Celles des gaillards, 3 po. au lit d'en-bas & 2 po. $\frac{1}{2}$ au ſeuillet des ſabords.

Le bordage du premier pont, 4 po. d'épaiſſeur; celui du ſecond 3 po.; celui des gaillards 2 po. $\frac{1}{2}$; celui de la dunette 1 po. $\frac{3}{4}$.

L'hiloire renverſée ſous les baux du premier pont aura 13 po. de largeur & 9 po. d'épaiſſeur; elle ſera entaillée de 2 po. $\frac{1}{2}$ dans les baux. Celle du ſecond pont, 10 po. de largeur, 7 po. d'épaiſſeur, entaillés de 2 po.

Les grandes époutilles à marches dans la cale, auront 12 po. d'épaiſſeur & 11 po. de largeur; les autres auront 10 po. carrés; celles de l'archi-pompe 7 po. carrés.

Les montants des bittes auront 16 po. d'épaiſſeur & 15 po. de largeur.

Les premières préceintes & rempliſſages, 14 po. de largeur & 7 po. $\frac{3}{4}$ d'épaiſſeur.

La première virure en deſſous des préceintes aura 7 po. $\frac{1}{4}$ au lit d'en-haut, & 7 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en-bas : chaque virure diminuera ainſi d'un quart de po. au lit d'en-bas jusqu'à joindre le bordage du fond, qui aura 4 po. $\frac{1}{2}$. La virure au deſſus de la première préceinte, aura 5 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en-bas & 5 po. au lit d'en-haut : la virure au-deſſus, 5 po. au lit d'en-bas & 4 po. $\frac{1}{2}$ au lit d'en haut : le reſte du bordage entre les ſabords, aura 4 po. $\frac{1}{2}$.

La troiſième préceinte, 11 po. de largeur, 5 po. $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur ; la quatrième préceinte, 5 pouces d'épaiſſeur ſeulement.

La liſſe de plat-bord, 10 po. de largeur, 5 pouces d'épaiſſeur pouſſée de moulure, & ſe réduira a 4 po. au lit d'en-bas : le bordage entre les ſabords 3 po.

La première rabattue, 8 po. de largeur & 4 po. d'épaiſſeur; la ſeconde, 7 po. de largeur & 3 po. $\frac{1}{2}$ d'épaïſſeur ; la troiſième, 6 po. de largeur & 3 po. d'épaiſſeur.



SECONDE PARTIE.

Du Travail, de l'Assemblage & des Liaisons de toutes les parties du Vaisseau.

Nous avons fait la description de toutes les parties du Vaisseau dans le premier Tome de cet Ouvrage; nous avons, pour notre objet actuel, à en expliquer le travail, l'assemblage & les liaisons. Ce travail est quelquefois si simple, que la description seule l'a fait concevoir; mais nous serons obligé de revenir sur celles qui exigent des détails pour pratiquer. Nous suivrons le même ordre dans la considération de l'état où le progrès de l'ouvrage fait parvenir le Bâtiment; ainsi il sera question, 1°. de le monter en bois tors, ce qui comprend le lissage & le boisage; 2°. de le vaigrer, ferrer, d'établir ses ponts, les carlingues de pieds de mâts; 3°. de revêtir extérieurement, pratiquant dans ce revêtement l'ouverture de la batterie; ce qui fera la matière d'autant de Sections. Quant à l'accastillage, au gondolage, aux emménagements, aux ornements, cè qui en est dit dans le premier Tome, suffit.

PREMIÈRE SECTION.

Des Procédés pour monter le Vaisseau en Bois tors.

Ce travail consiste dans le travail, l'assemblage & le chevillage: 1°. de la quille, contre-quille, fausse quille,

brion, étrave, contr'étrave; 2°. des couples de levée; 3°. de l'arcaſſe; 4°. des rempliſſages après avoir fait le liſſage, & généralement de tout le boiſage.

CHAPITRE PREMIER.

De la Quille avec ſa fauſſe Quille & contre-Quille; de l'Etrave avec ſa contre-Etrave; du Brion.

I.

De la Quille & de ſes écarts, de la contre-Quille, du Brion, de la fauſſe Quille.

Ce ſont de ces pièces dont l'appareil eſt ſi ſimple qu'on le conçoit ſur la ſeule deſcription; il faut cependant obſerver que lorſque la quille ne fournit pas aſſez de hauteur pour qu'on puiſſe ſe diſpenſer d'établir une contre-quille, il ne conviendroit pas qu'il reſtât à cette contre-quille ſi peu de hauteur qu'elle pût entièrement être coupée par l'entaille qui doit y être pratiquée; ce qui arriveroit ſi l'excédent que pourroit fournir la quille, étoit d'une quantité égale à l'entaille des talons; ces entailles étant demi par demi. Il ne faudroit employer ces pièces de quille ſi haute, que pour les parties de l'arrière & de l'avant, où la quille & la contre-quille peuvent faire le commencement de ces talons, les façons y étant fort pincées.

Les écarts façonnés de la manière qui a été décrite dans le premier Tome, pour les ſerrer & les faire joindre bien juſte, on emploie un petit appareil appelé *bridole*. Il eſt compoſé d'un bout d'épars ou bois rond, dont on voit la

projection en *a*, *b* (*fig*. 3.) & la longueur en *a a*, *b b* (*fig*. 5.); PL. I.
& de cordages ou tourons qui, passant par-dessus le bout de bois en *a* & *b* (*fig*. 3.) forment deux branches, embrassant ainsi en double, les faces latérales de la quille & celle opposée au bout d'épars, sur l'autre extrémité duquel se croisant, elles reviennent par le même chemin se croiser encore sur le premier bout de l'épars & font ainsi plusieurs tours; ensuite de quoi on y fait un nœud. On voit en *a a* (*fig*. 5.) comment le cordage croise sur le bois rond, & en *b b* la manière dont il passe sur la face opposée. Loin de souquer ou serrer ces cordages, on y laisse au contraire assez de mou, pour pouvoir introduire les coins *C C*, *c c* (*fig*. 3 & 5.) entre les bouts d'épars & la surface de la quille : on frappe à coups de masse sur la tête de ces coins; on frappe pareillement avec des masses sur les extrémités des pièces de quille; & de cette façon, si les écarts sont bien travaillés, on les range & fait joindre bien exactement. Il faut s'attacher à prendre une juste idée de ces bridoles, car on les emploie dans beaucoup d'opérations de la construction.

On a vu que le brion étoit une prolongation de la quille; & la fausse quille un bordage qui en garnit le dessous.

II.

De l'Etrave & de la contre-Etrave.

On ne place la quille sur les chantiers que lorsque l'étrave est travaillée & lui a été ajustée à faux frais, parce que la vérification de la justesse de sa position & la correction

aux légères effectuosités qui pourroient s'y trouver, sont plus faciles, les pièces ainsi couchées sur le terrein, que lorsqu'elles seront debout. Occupons-nous donc de cette étrave. Nous avons le gabarit *a b c d* (*fig.* 25'.) que nous nous sommes procuré, suivant les procédés indiqués au Chapitre des gabarits. Au moyen de cette sorte de patron, on cherche les pièces qui peuvent convenir; on fait en sorte que deux puissent y suffire, avec ce que fournit le brion. (Si deux pièces ne faisoient pas toute la longueur, on y ajouteroit un bout). On jette, par exemple, le gabarit sur une pièce *A B C D* de première espèce, ayant 20 pi. de longueur; de largeur sur le tour, 30 po. à un bout & 24 à l'autre; 5 po. d'arc; l'épaisseur au moins nécessaire sur le droit. En faisant courir le gabarit sur cette pièce, on voit que quoiqu'elle n'ait pas l'arc demandée pour les pièces d'étrave, qui est de 9 à 16 lig. par pied, elle pourroit cependant faire la pièce d'en-haut à cause de sa grande largeur; on appelle cela trouver l'arc, aux dépens du bois: comme cela ne peut se faire quelquefois sans un grand sacrifice de bois, on ne se détermine à prendre un pareil parti que lorsque le bois convenable manque absolument, ou quand dans le grand excédent de la pièce, il se trouve beaucoup de défourni, ou bien quelque vice qui doit aller dehors en la travaillant sur le gabarit.

PL. XXV.

Déterminé à employer cette pièce (celle d'en dessous & le brion étant pareillement trouvés) on la travaille sur le droit comme nous l'expliquerons ci-après; & comme elle ne doit suivant le devis avoir que 15 po. dans ce sens, si elle en avoit 20 à 25 ou plus, il faudroit la faire

passer

paſſer à la ſcie pour en enlever la plus grande partie de l'excédent : ces enlevures ou *ôtées* ſervent pour différents objets. On finit avec la hache & l'herminette, de la réduire bien exactement à 15 po.; les ſurfaces du droit bien parallèle entr'elles & bien planes.

La pièce étant bien dreſſée ſur ces deux faces, on y applique de nouveau le gabarit, le rangeant bien exactement de manière à trouver partout ſur le tour, les 18 po. que l'étrave doit avoir dans ce ſens; & cela ſans que la convexité du gabarit paſſe en dehors de la pièce. Ce gabarit ainſi contenu ſolidement, ſervant de règle, on trace $a\,D$; on y mène à 18 po. de diſtance la parallèle $\alpha\,\beta$: le gabarit eſt enlevé & mis de côté. Les Charpentiers avec la hache font les coches $c'o\,c'$ de la profondeur néceſſaire pour qu'elles viennent rencontrer les traits $a\,D$, $\alpha\,\beta$; au moyen d'une équerre carrée, ils règlent le trait du fond de chaque coche, de manière qu'il ſoit bien perpendiculaire à la face $A\ B\ C\ D$ de la pièce : ce qui les met à même en la chavirant, de rapporter le tracé ſur l'autre face. Au ſurplus, cette opération a pu ſe faire d'abord, en coupant bien carrément les extrémités de la pièce, & en y menant des perpendiculaires à la face où a été fait le premier tracé aux extrémités α, β, a, D, des traits: ces perpendiculaires donnent l'extrémité des mêmes traits ſur l'autre face, que l'on peut tracer avec le gabarit : l'une de ces manières vaut l'autre, & il eſt bon de les employer toutes les deux pour qu'elles ſervent réciproquement de vérification. Il ne reſte plus au Charpentier qu'à jeter bas le bois compris entre les traits & les coches, & de bien parer ſon ouvrage. Les écarts, d'ailleurs, ſe travaillent &

s'ajuſtent comme nous l'avons expliqué pour la quille. On fait de faux gabarits, c'eſt-à-dire ſur le gabarit de l'étrave, des gabarits particuliers, conformément aux longueurs que les pièces peuvent fournir & qui aident à marquer ces écarts.

La contr'étrave ſe travaille d'après les mêmes procédés.

Toutes ces pièces travaillées, il faut les ajuſter non ſeulement entr'elles, mais encore comme nous l'avons dit, avec la quille avant de la mettre en place, afin de vérifier l'exactitude de leur poſition reſpective. Pour donner une idée de cette vérification, ſuppoſons les bouts de quille &

Pl. I. d'étrave (*fig.* 9.) couchés horizontalement ſur le terrein, (quoique dans la figure ils paroiſſent debout pour mieux faire concevoir ce que c'eſt que la cale); on poſe la règle $R'' R''$, ſon can à toucher la quille & de manière à la dépaſſer de la quantité de l'élancement : cet élancement compté juſqu'à la perpendiculaire d'étrave eſt de 15 pi.; d'un autre côté on voit par le plan, que le trait extérieur de l'étrave coupe cette perpendiculaire à 21 pi. 6 po. de hauteur priſe de ligne droite du deſſous de la quille. Ainſi, le bout de règle $B' R''$, qui dépaſſe la quille, étant de 15 pi.; poſez ſur cette règle une branche de l'équerre N de manière que ſon angle ſoit au point R'', & que d'ailleurs elle ſoit dans le plan de l'aſſemblage de la quille du brion & de l'étrave; tendez une ligne le long de l'autre branche à partir du point R'' juſqu'à ce qu'elle vienne rencontrer le trait extérieur de l'étrave en quelque point S : ſi le travail a été bien fait, il doit ſe trouver une diſtance de 21 pi. 6 po. de R'' en S, ſinon il y a quelque défectuoſité; on voit d'où elle provient, on la corrige

& on recommence sa vérification & toujours ainsi jusqu'à ce que l'on ait trouvé une exactitude suffisante. Alors on arrête les pièces d'étrave ensemble à faux frais, par un couple de chevilles aux extrémités des écarts, qui doivent être repoussées dans la suite de la Construction, & on affermit encore mieux leur assemblage au moyen des pièces de contre-étrave qu'on y adapte avec des gournables. On met à côté cet étrave : mais le brion demeure assemblé à la quille, de la même façon que les pièces de quille sont assemblées entr'elles.

Nous terminerons ce Chapitre en observant qu'il faut choisir son brion & distribuer les pièces de quille de manière que les pieds de mâts soient toujours à une bonne distance des écarts. Nous avons représenté ces écarts de façon que la pièce de l'arrière recouvre toujours celle de l'avant; cela n'est point indispensable : c'est selon les bois (*a*). Au surplus les bois tors sont si rares qu'il n'est pas souvent possible de trouver des pièces qui fournissent des écarts aussi longs que ceux que nous avons pratiqué dans notre étrave; ce seroit le mieux que cela pût être ainsi, mais il faut s'accommoder aux circonstances, & cependant tâcher que ces écarts n'aient pas un tiers de moins de longueur que celle que nous leur donnons.

(*a*) Par exemple, en faisant recouvrir la partie convexe de l'étrave, par l'écart du brion, cette dernière pièce est bien plus facile à trouver, n'ayant besoin que de 6 pouces de largeur à l'extrémité de ce brion, qui en a 18 au milieu; on peut facilement, dans une pièce plus droite, trouver le contour nécessaire aux dépens du bois; & c'est aussi de cette façon que presque tous les brions sont travaillés : il y a en cela l'inconvénient que le fil du bois est coupé.

CHAPITRE II.

Du travail des Couples, particulièrement de ceux des Levées.

Après la description qui a été faite dans le premier Tome, de ce système de charpente, il ne nous reste qu'à parler du travail de ses parties & de leur assemblage.

I.

De la manière de travailler les Pièces qui composent le Couple.

Les couples se distinguent en couples de levée & couples de remplissage ou boisage : ceux-là se travaillent & s'assemblent sur le terrein & sont ensuite élevés à leur place sur la quille : ceux-ci se travaillent sur lisse & se mettent en place pièce à pièce. Ce sont principalement des premiers dont il est ici question. Mais ce que nous y disons donnera toute ouverture nécessaire pour le travail des autres dont nous nous occuperons au surplus au Chapitre du boisage.

Nous avons enseigné généralement dans le Chapitre second de la troisième Section de la première Partie la manière dont se font les gabarits sur le tracé à la salle; il faut pour chaque couple autant de ces gabarits qu'il doit y entrer de pièces au moins pour un côté : c'est-à dire, qu'on a besoin du gabarit de la varangue; de celui d'un des deux genoux, qui sert pour l'autre; de ceux des

allonges d'un des côtés. Pour faire ces gabarits qui doivent servir à chercher & à travailler les pièces, il est nécessaire de savoir à-peu-près les longueurs que pourront fournir ces pièces; suivant la connoissance que l'on a de l'assortiment des bois du port d'après les tarifs, on a déterminé pour notre Vaisseau de 74 canons, une longueur de varangues telle qu'elle surpasse de 6 po. le point où les couples sont rencontrés par la ligne du fond $1\,l\,1'$, $I\,L\,I'$, (*fig.* 13.) : les genoux & premières allonges à 12 pi. de longueur, les autres à 13 : ceci s'éclaircira bientôt. PL. IV.

Au surplus, on ne s'assujettit pas si scrupuleusement aux longueurs des gabarits, que si une pièce qui satisferoit à son contour & qui auroit les épaisseurs nécessaires, ne pêchoit que par un défaut peu considérable en longueur, on se fît une peine de l'employer; on ne s'en serviroit toute fois qu'autant que la pièce qui devroit la prolonger pourroit fournir ce qui y manque : par exemple, s'il ne manque à une pièce qui pourroit faire un genou qu'un pied vers sa tête, on en fera usage, parce qu'il se pourra trouver facilement une pièce de seconde allonge qui suppléera à ce défaut. La pièce trouvée, on la travaille sur le droit & sur le tour.

Premier Cas pour le travail sur le droit.

Travailler les pièces d'un couple sur le droit, c'est en hacher ce qu'il y a de bois de trop sur la surface plane, pour les réduire à l'épaisseur, sur le droit, qu'elles doivent avoir. Les pièces de membrure, de leurs six faces, en ont quatre de planes; mais on sent qu'il est question ici de

celles ſuivant la longueur de la pièce : les faces des extrémités ſe rendent planes avec la ſcie.

PL. XXVI. Par exemple, on a une pièce *A B C D* (*fig.* 28'.) pour genou de fond : il doit avoir 13 po. ſur le droit ; il faut la réduire à cette épaiſſeur. Pour cela on la met en chantier de manière que ſes ſurfaces planes ſoient dans un plan vertical, ainſi qu'une de ſes extrémités (*A D* ſi l'on veut) applanie à la ſcie. On la poſe verticalement à l'œil ou en la bornoyant avec un aplomb ; enſuite on tend une ligne *A B*, laiſſant en dehors, autant qu'il eſt poſſible, le dé-fourni, le bois maché ou autres vices qu'il pourroit y avoir. On voit cette ligne *A B*, en *α β* (*fig.* 29', vue de la pièce par ſa face concave) ; de pluſieurs points de cette ligne, ainſi tendue, on laiſſe tomber des fils à plomb, (Voyez *fig.* 28'.) de manière que le plomb, qui ſe termine en pointe ou qui eſt un cône renverſé, touche cette ſurface concave de la pièce ; on marque chacun de ces points de contact avec de la craie ; quand on a ſuffiſamment multiplié cette opération, on frappe des traits d'un point à l'autre avec la ligne blanchie. On a vu au Chapitre du tracé à la ſalle, comment les Charpentiers font ces traits ; à 13 po. de diſtance de la ligne *α β*, on en tend une autre *γ δ* (*fig.* 29'.) qui lui eſt parallèle, & par le procédé que nous venons de dicter, on a un autre trait dans la concavité du genou ; des points *β* & *δ*, on abaiſſe auſſi des aplombs, qui donnent les traits *β b*, *δ d* ſuivant leſquels ils faut travailler cette extrémité de la pièce ; pour avoir de pareils traits *α a*, *γ c* à l'autre extrémité *B C* (*fig.* 28'.), il faut prolonger une ligne le long de celle *A B* indéfiniment ; & d'un certain point *E* de cette première, laiſſer tomber

un aplomb qui arrafe la pièce vers *C*; il donnera pour chaque trait du dedans de la pièce, les points α, *c* (*fig.* 29'.) par lefquels on menera les traits $\alpha\, a$, $\gamma\, c$ demandés. La vue de ces points & de ces traits eft interceptée par la pièce : ils font du côté oppofé aux fpectateurs : cependant pour ne pas trop multiplier les figures, nous fuppofons qu'on les puiffe apercevoir : comme fi elle étoit tranfparente.

Il eft queftion maintenant de faire un tracé analogue, fur le dos de la pièce ou fur fa partie convexe. Pour cet effet, il faut la chavirer & la mettre dans la pofition repréfentée par la figure 30', bien exactement dans un plan vertical ; ce dont on peut s'affurer avec des fils à plomb abaiffés de *b* en β ou de *d* en δ (*fig.* 31', vue de ce genou par fon extrémité & fa furface concave). Ces traits $b\,\beta$ ou $d\,\delta$ exactement verticaux, la pièce eft dans un plan vertical. Vous y menez de *b* ou *d*, de *b* par exemple, une ligne qui ne peut fe voir que dans la figure 30' & qui eft repréfentée par *D L*; d'un certain point *E* de cette ligne, vous laiffez tomber un aplomb qui doit rencontrer vers *C* le point *a* (*fig.* 31'.); c'eft cet aplomb qui détermine la pofition importante de *D L* (*fig.* 30'.); qui peut d'ailleurs être tangente au genou en *D*, ou plus élevée à fon extrémité *L*. Cette ligne contenue dans cette pofition, on y laiffe tomber des aplombs jufqu'à toucher la furface convexe de la pièce ; on en marque les points de contact, & on mène le trait dont la projection eft *a b*, (*fig.* 31'.); celui dont la projection eft *d c* fe détermine de la même manière. Il faut encore fuppofer la tranfparence de la pièce pour que ces traits puiffent être aperçus. Il ne

reste plus qu'à faire des coches *c'* (*fig.* 29'.), approfondies jusqu'aux lignes tracées sur les parties convexes & concaves de la pièce ; & creusées de manière que leur profondeur *c' c* (*fig.* 28'.) du dehors de la pièce au-dedans, soit en lignes droites; & ensuite de jeter bas le bois qui se trouve entre le fond de ces coches, ainsi en ligne droite, & le tracé.

Les genoux ainsi que les varangues, ont 13 po. sur le droit ; les premières, secondes & troisièmes allonges n'ont que 12 po. ½ : ainsi il y auroit une espèce de petite retraite d'un demi-pouce, à l'endroit où le genou s'aboute à la seconde allonge, ou bien la varangue à la première, si l'on ne la faisoit disparoître dans le paré; en le prenant de loin cela ne peut être sensible; ainsi il seroit minutieux de s'embarrasser de cette diminution dans le travail du bois sur droit : au surplus, si l'on vouloit que la diminution eût lieu gradativement dans toute la longueur de la pièce, au lieu de mener les deux lignes tendues parallèlement, il faudroit ne mettre que 12 po. ½ de distance entre α & γ (*fig.* 29' & 31'.) la distance entre β & δ étant de 13 po.

Second Cas, pour le travail sur le Tour.

Les pièces travaillées sur le droit, on les travaille sur le tour avec les gabarits ; & pour celles du milieu du Vaisseau qui n'ont pas un équerrage sensible, on se conduit comme nous l'avons enseigné pour une des pièces de l'étrave : mais à peine quitte-t-on les maîtres couples allant de l'arrière à l'avant, de l'avant à l'arrière, que cet équerrage ne peut plus se négliger; cependant nous le considérons dans

dans une des parties du Vaiſſeau où il eſt le plus grand, dans le couple 7 de l'arrière, afin que les figures puiſſent rendre la choſe d'une manière plus diſtincte.

Le tracé du vertical (*fig.* 13.) ne donne que le contour du gabariage des couples, ou le contour extérieur à l'endroit où les pièces qui les compoſent s'accouplent; l'épaiſſeur de ces pièces ſur le droit ſont des éléments de la longueur du Bâtiment, & par conſéquent puiſqu'il s'élargit allant de l'arrière & de l'avant vers le milieu, les couples & leurs parties doivent s'ouvrir, allant de l'étambot & de l'étrave vers les maîtres. Conſidérons le couple 7 arrière, que nous avons deſſiné à part (*fig.* 22.) pour éviter la confuſion, & examinons la figure d'un couple de la membrure à la troiſième liſſe & ſelon l'obliquité de cette liſſe; elle doit avoir en cet endroit 12 po. $\frac{3}{4}$ ſur le tour & 12 po. $\frac{1}{2}$ ſur le droit. Nous obſervons, en paſſant, que c'eſt près de 14 po. ſur le tour au courant de la liſſe *a b*, parce que le trait du gabariage dans un plan perpendiculaire à celui de la liſſe, n'eſt pas lui-même perpendiculaire à ce plan de la liſſe : *a b* eſt plus long que *b c*, qui eſt le ſens dans lequel doit être pris la dimenſion ſur le tour. Rapportons la ſection de ce couple 7 par le plan de ladite troiſième liſſe, ſur ce plan (*fig.* XXIII.) (pl. 38.), calquée ſur la fig. 23, (pl. 6.) en *c c' d' d*, on voit que ces ſortes de ſections ſont des lozanges; la quantité dont les angles *a b c*, *b a d'* ſont ouverts, eſt ce que l'on appelle l'équerrage; chaque liſſe le donne pour chaque couple. On conçoit qu'il faut que la pièce de charpente ſur laquelle on applique le gabarit, puiſſe fournir indépendamment de la largeur ſur le tour un excédant de bois *c e*, à cette liſſe en dehors du gabarit PL. IV.

pour faire la partie du couple de l'avant ; & pour la partie de l'arrière un excédant de bois *d' e'*, en dehors du trait du dedans, parallèle au gabarit. Il en eſt de même à chaque liſſe à proportion de l'équerrage. (Nous ſuppoſons les pièces de conſtruction dégroſſies, à-peu-près à équetre carrée, comme cela eſt ordinairement).

On a donc grand ſoin de relever ces équerrages ſur le plan des liſſes, & de les rapporter ſur les gabarits, ainſi que l'obliquité de la liſſe ſuivant laquelle ils doivent ſe prendre, comme on le voit dans la *fig.* 22, qui repréſente avec le couple 7 tous ſes gabarits: la varangue *V* dont la tête dépaſſe de 6 po. la première liſſe *L I*; le genou *G* & la première allonge 1[e]. *A* de 12 pi.; les autres allonges 2[e]. *A*, 3[e]. *A* &c. de 13 pi., conformément à la détermination dont il eſt queſtion au commencement du préſent Chapitre. On voit en $\alpha\ \beta\ \gamma$ ſur la première allonge, l'équerrage de ce ſeptième couple à la troiſième liſſe, & en $\beta\ \omega$ l'obliquité de la liſſe, ſuivant laquelle il doit être pris; en *a b c* ſur ce gabarit & ceux des autres pièces ſont les autres équerrages ; en *b o* l'obliquité de la liſſe.

Pl. IV.

Quand on ne voit pas de traits tels que *b o*, qui indiquent l'obliquité de la liſſe, c'eſt qu'un des côtés de l'angle marque cette liſſe, & il n'eſt pas difficile de voir lequel. Par exemple, on voit bien au talon de la varangue que c'eſt *a b* qui déſigne la liſſe.

Si les liſſes au-deſſus du fort ne ſe tracent pas communément ſuivant leur obliquité, ce qui oblige de prendre les équerrages au carré, c'eſt que cette obliquité eſt peu de choſe pour la partie de l'avant, & que l'équerrage n'eſt

pas grand dans la partie de l'arrière des œuvres mortes, puisque le Vaisseau conserve une grande largeur au tableau; ce qui rend indifférent dans la pratique la manière de prendre ces équerrages.

Au moyen de ces équerrages, on est en état de travailler toutes les pièces sur le tour. Je prendrai pour exemple la première allonge de notre septième couple; je suppose la pièce *A B C D* (*fig.* 33'.) qui la doit former, travaillée sur le droit; j'y applique le gabarit, comme on le voit, de manière à trouver son épaisseur sur le tour vers *B C*, & du bois suffisamment pour l'équerrage vers *A D*. Cette opération a dû être faite au préalable sur la pièce brute, & avant de la travailler sur le droit, pour ne pas faire cette besogne mal à propos. Quand elle est travaillée sur le droit donc, on répète ce procédé, & le gabarit servant de règle, on mène le trait *a d*. Il s'agit après cela pour avoir le trait intérieur, de se procurer une certaine quantité de points : le plus est le mieux. Pl. XXV.

Le pied de cette première allonge tombant tout près de la première lisse ou lisse de fond, il doit avoir 13 po. sur le tour; sa tête se prolonge au-delà des deux tiers de la distance de la lisse du fond, à celle du fort où l'épaisseur sur le tour est de 11 po. $\frac{3}{4}$: il y a 15 lignes de diminution de l'une de ces lisses à l'autre; ainsi, c'est 10 à 11 lig. sur la longueur de l'allonge. Elle doit donc avoir environ 12 po. 1 lig. sur le tour à sa tête; pour l'épaisseur au milieu, il faut prendre la moitié de la somme de l'épaisseur à la tête & au pied : $\frac{13 \text{ po.} + 12 \text{ po. } 1 \text{ lig.}}{2} = 12 \text{ po. } 6 \text{ lig. } \frac{1}{2}$; pour l'épaisseur au quart à compter du pied, il faut prendre la

moitié de la ſomme de l'épaiſſeur au pied & au milieu. $\frac{13 \text{ po.} + 12 \text{ po. } 6 \text{ lig. } \frac{1}{2}}{2} = 12 \text{ po. } 9 \text{ lig. } \frac{1}{4}$. Pour l'épaiſſeur aux trois quarts, toujours à compter du pied, il faut prendre la moitié de la ſomme de l'épaiſſeur au milieu & à la tête : $\frac{12 \text{ po. } 6 \text{ lig. } \frac{1}{2} + 12 \text{ po. } 1 \text{ lig.}}{2} = 12 \text{ po. } 3 \text{ lig. } \frac{3}{4}$.

Voilà donc pour l'épaiſſeur de cette allonge ſur le tour : au pied 13 po. ; au quart de ſa longueur 12 po. 9 lig. $\frac{1}{4}$; à la moitié 12 po. 6 lig. $\frac{1}{2}$; au trois quarts 12 po. 3 lig. $\frac{3}{4}$; à la tête 12 po. 1 lig. Faire cette opération, c'eſt ſuivant le langage du Charpentier, *médiocrer.* En continuant de médiocrer ainſi, on peut avoir autant de points intermédiaires que l'on voudra ; on partagera l'allonge en autant de parties égales, & on portera pour chaque partie la quantité qui lui convient. On fera $e\,\frac{1}{4}$ de 12 po. 9 lig. $\frac{1}{4}$; $e\,\frac{1}{2}$ de 12 po. 6 lig. $\frac{1}{2}$; $e\,\frac{3}{4}$ de 12 po. 3 lig. $\frac{3}{4}$. Par tous les points c, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, b on fera paſſer une courbe au moyen d'une règle pliante ou d'une latte : le gabarit même pourroit y ſuffire, la courbe du dedans ne différant pas aſſez de celle du dehors, pour qu'il en puiſſe réſulter une inexactitude ſenſible.

Maintenant pour déterminer les différents équerrages, j'ouvre mon équerre (tout-à-l'heure on décrira cet inſtrument), de manière qu'elle faſſe l'angle $\alpha\,\beta\,\gamma$ & je travaille la coche $c'\,o\,c'$ de façon qu'une des branches de l'équerre étant placée ſur $\beta\,\omega$, l'autre dans un plan perpendiculaire à la face du droit, touche exactement le fond de la coche : c'eſt cette branche qui en détermine la profondeur. On fait la même opération pour chacune des liſſes qui ſe

trouvent dans la longueur de la pièce; par exemple, dans notre allonge, on a l'équerrage à la seconde, troisième & quatrième lisse : on peut même employer celui à la première pour son extrémité *d* parce qu'elle n'en est éloigné que de 6 po.

L'extrémité du trait de la profondeur de chaque coche, à la surface opposée de la pièce, y procure un point, & tous ces points déterminent le contour du trait; on peut les multiplier si l'on veut, en médiocrant les équerrages : mais auparavant de dire comment cela se fait, il faut entrer dans un peu plus de détails sur la manière de les prendre.

Les équerrages sont portés sur les gabarits pour les conserver, sans risquer de les perdre, autant que ces gabarits subsisteront; mais indépendamment de cela, le Charpentier pour sa commodité, les porte à part sur une tablette (*fig.* 34'.). Le can *A B* en est bien dressé, & fait constamment un des côtés des angles; les autres traits qui déterminent ces angles, sont tirés comme on le voit dans la figure; ainsi l'angle *A b c* est l'équerrage à la troisième lisse du septième couple $\alpha\ \beta\ \gamma$ (*fig.* 22.) *a b c* (*fig.* XXIII.) ainsi des autres. Pl. IV & VI. Pl. IV & XXXVIII.

L'équerre du Charpentier est composée d'une espèce de règle de bois dur *A B* (*fig.* 35'.) ordinairement d'un pied de longueur & de 6 à 8 lig. en carré; il règne au milieu, dans une longueur d'un peu plus de 8 po., une fente *a b* capable de recevoir une lame de laiton ou de fer *B C* (*fig.* 36'.) qui a avec la règle de bois, un mouvement de charnière en *B* : cette partie en métal est de 8 po. de longueur, & est bien dressé, ainsi que la règle : le tout déployé de Pl. XXV.

manière que la lame fasse la prolongation de la règle, donne une longueur de 20 po. L'équerre fermée a un pied juste : au moins est-ce comme cela communément. On voit que la *fig.* 35' est la surface du dedans ou du dehors, & que la *fig.* 36' représente sa face latérale. Elle est divisée en pouces & même en demi-pouces & quarts de pouces.

On applique le dedans de la règle sur le can *A B* de la tablette (*fig.* 34'.), de manière que la rainure *a b* (*fig.* 35'.) se confonde avec *A B* (*fig.* 34'.) sans gêner le mouvement de la lame *B C* (*fig.* 36'.), qu'on ouvre de façon à confondre son can inférieur avec le trait de l'équerrage que l'on veut avoir.

A présent pour médiocrer les équerrages, par exemple, pour avoir celui qui convient à la pièce à la moitié de la distance entre la fausse lisse & la première, on prend l'équerrage qui appartient à la fausse; remontant l'équerre sur la tablette (*fig.* 34'.) jusqu'à ce que le sommet de l'angle se confonde avec le sommet *S* de l'équerrage de la première lisse, on mène sur la tablette un trait occulte *S C*, donné par la lame de l'équerre. On voit que *C D* est la différence de l'ouverture de l'équerrage à la fausse & à la première lisse ; on prend la moitié de ce petit angle, ce qui donne une nouvelle ligne *S m*, qui, avec le côté *A B* de la tablette, est l'équerrage intermédiaire entre la fausse & première lisse. Au moyen de ce procédé on aura tout autant d'équerrages que l'on voudra, qui donneront autant de points sur la face du droit opposée à celle sur laquelle on a appliqué d'abord le gabarit; par ces points on fait passer une ligne courbe comme nous l'avons enseigné.

Comme l'uſage des Charpentiers eſt de prendre ordinairement l'équerrage en gras, c'eſt-à-dire, ſuivant l'angle ouvert, ils ne peuvent ſe le procurer ſur la partie extérieure des couples que pour les pièces qui les doublent de l'avant (à l'égard de la partie de l'arrière juſqu'au milieu du Vaiſſeau). L'équerrage des pièces qui doublent de l'arrière, ſe peut prendre ſur la partie intérieure du couple : c'eſt ce que la ſection *d c c' d'* (*fig.* XXIII.) du couple 7 par le plan de la troiſième liſſe, rend ſenſible; or, ces pièces qui doublent de l'avant ſont la varangue, les premières, troiſièmes & cinquièmes allonges: celles qui doublent de l'arrière ſont les genoux, les deuxièmes & quatrièmes allonges : ainſi, pour la première allonge (*fig.* 33'.), nous avons arrangé notre gabarit de façon à réſerver du bois en dehors pour l'équerrage ; à l'égard d'un genou, d'une deuxième allonge, &c. il faudroit trouver ce bois en dedans, c'eſt-à-dire, trouver l'épaiſſeur ſur le tour & du bois pour l'équerrage du même côté; d'ailleurs il ne ſe rencontre pas d'autres difficultés pour appareiller la pièce; & une fois que l'on a les traits ſur les faces du tour & ceux du fond des coches, il ne reſte qu'à abattre le bois qui ſe trouve entr'eux. Au ſurplus, ſi l'on veut prendre l'équerrage de la partie extérieure de la pièce qui double de l'arrière, dans le cas dont il eſt queſtion, il faut l'avoir en maigre & le ſupplément de l'angle le donne. Ainſi *BSD* (*fig.* 34'.) eſt le ſupplément pour l'équerrage de la deuxième liſſe *ASD*. PL. XXXVIII. PL. XXV.

Ce n'eſt que pour la partie de l'arrière juſqu'au milieu du Vaiſſeau, comme nous l'avons obſervé, que l'équerrage ſe trouve en gras extérieurement pour les pièces des couples qui doublent de l'avant : quant à la partie de l'avant du

Bâtiment, c'eſt pour les pièces qui doublent de l'arrière : mais ce n'en eſt pas moins pour les pièces analogues de membrure, parce que leur diſpoſition eſt contraire. Pour bien entendre ceci il faut ſavoir que la varangue du maître arrière, reçoit ſes genoux ſur l'arrière, & que celle du maître avant, les reçoit de l'avant; les autres couples ſont diſpoſés de même pour l'avant & l'arrière. Les varangues, premières, troiſièmes & cinquièmes allonges regardant leurs maîtres reſpectifs; les autres pièces doublent du côté oppoſé.

Il faut travailler le bout des pièces de manière qu'elles ſe touchent de partout exactement, à l'endroit de leur jonction, ce en quoi on eſt guidé par les traits de l'extrémité des gabarits. Si le gabarit étoit trop étroit en cette partie, pour donner une détermination bien exacte, on
Pl. IV. y clouroit des petites planchettes $x\ x'\ y\ y'$ (*fig.* 22.) qui donneront bien préciſément la poſition de l'écart; ce que l'on vérifieroit en appliquant ſur les deux gabarits joints bout à bout, celui de la pièce qui doit doubler cet écart de manière que les traits des liſſes étant bien les unes au-deſſus des autres, ceux du contour ſe confondiſſent.

I I.

De l'aſſemblage des Couples de Levée.

Maintenant que nous en avons dit aſſez pour faire entendre le travail des pièces qui compoſent les couples de levées, il faut nous occuper de leur aſſemblage, pour former ces couples.

On choiſit le plus près de la cale de conſtruction qu'il eſt poſſible, des eſpaces d'une grandeur ſuffiſante pour pouvoir

pouvoir y développer ces couples, à plat ſur le terrein; les chantiers de conſtruction ſont ordinairement trop reſſerrés, pour qu'on trouve autant de ces eſpaces, qu'on a de couples à aſſembler; mais on en monte ſucceſſivement pluſieurs les uns au-deſſus des autres. Ayant approprié l'endroit où doit s'aſſembler le couple, toutes les pièces travaillées conformément aux méthodes que nous avons décrites, on en poſe la varangue *V V* (*fig.* 44'.) ſur les chantiers *C c*. Ces chantiers ſont des aſſemblages de pluſieurs billots de bois qui reviennent aux chantiers ſur leſquels repoſent la quille, (Voyez page 168 du premier Tome); mais dont la ſurface ſupérieure de tous ſe trouve dans un plan horizontal. On y ajoute bout à bout, la première allonge 1e. *A* 1e. *A*; à celle-ci la troiſième 3e. *A* 3e. *A* prolongée enfin par la cinquième. Afin que ces pièces ſe raccordent comme elles le doivent, on poſe d'abord le gabarit du genou *G G* ſur la varangue & la première allonge, de manière que les traits des liſſes qui y ſont marquées, correſpondent à ces mêmes traits, tracés auſſi ſur les pièces des couples; pour la correſpondance exacte de ces lignes, on les rapporte ſur le can extérieur du gabarit & ſur la face du dehors de la pièce. On range la première allonge de manière que ſon contour & celui de la varangue ſe confondent, ainſi que le trait des liſſes, avec le gabarit du genou dans toute ſon étendue & la marque de ces mêmes liſſes; on place enſuite le gabarit de la ſeconde allonge 2e. *A* 2e. *A* ſur la première & la troiſième, avec la même attention; on range pareillement celle-ci, & on continue l'opération avec le gabarit de la quatrième. PL. XXVII.

Il eſt néceſſaire que l'enſemble de la face plane des

couples soit dans un même plan ; pour parvenir à l'y mettre, on tend des lignes *L L'* transversalement à l'assemblage qu'on vient de faire; il faut qu'elles ne fassent qu'arraser les faces des pièces, & qu'elles se touchent à leurs points de rencontre entr'elles sans se gêner ; c'est alors que cet assemblage est dans le même plan : on met de petites cales entre les chantiers & les pièces qui ont besoin d'être élevées pour obtenir cette condition, & cela jusqu'à ce qu'elles soient remplies (*a*).

Il est encore de nécessité que ces pièces semblables de stribord à bâbord, soient tellement placées, que la même similitude ait lieu dans leur assemblage. Pour vérifier si cela est ainsi, on a d'abord des règles d'ouverture pour le fort & pour le plat-bord : ces règles sont des cabrions de chêne *F f*, *P p*, d'environ 5 po. d'équarrissage, sur lesquels sont marquées les largeurs du Vaisseau aux points d'intersections de ces lisses du fort & du plat-bord, avec le gabariage des couples de levées ; la règle *F f* qui est pour le le fort de l'avant, porte les plus grandes ouvertures aux maîtres 1, 2 &c. septième couple avant; la règle *P p* qui est pour le plat-bord, pareillement de l'avant, porte l'ouverture des mêmes couples à cette lisse; le trait du milieu du Vaisseau est aussi marqué sur ces règles en *M*.

On porte la règle du fort à travers le couple, de manière que la division qui appartient à ce couple, soit sur le gaba-

(*a*) Cette manière de niveler est peu exacte. Je voudrois qu'on accoutumât l'ouvrier des constructions à employer le niveau d'eau pour les nivellements un peu étendus. L'Ingénieur pourroit en imaginer de très-propres aux opérations d'architecture navale, dont quelques-unes de ce genre sont très-délicates : par exemple, la recherche de l'arc. (Voyez ce mot Arc).

riage ſtribord & bâbord, à l'endroit où eſt marqué la liſſe du fort ; ainſi comme c'eſt le maître couple dont il eſt queſtion, on place la diviſion de la règle m^e. ſur les points *l f* du couple; elle traverſe ainſi le couple, & s'il ne ſe trouvoit pas avoir la largeur qu'elle indique, il faudroit voir d'où provient l'erreur & la corriger.

La règle d'ouverture pour le plat-bord s'emploie de même pour vérifier les largeurs du couple à la hauteur de cette liſſe.

Enfin on prend deux points *x x* proche des extrémités de la varangue & également éloigné de ſon trait du milieu $\mu\,\mu$; on y fait deux petites coches d'environ un quart de pouce de profondeur, bien ſemblablement placées, bien exactement de même profondeur; elles ſont deſtinées à recevoir les points de fer du grand compas de bois *x y x*, ainſi ſitué dans le plan des couples ; on tend une ligne par le trait du milieu $\mu\,\mu$ de la varangue qui doit paſſer en même temps & par le trait du milieu des règles d'ouvertures, & par le centre *y* de la tête du compas. Cette condition remplie & le creux à partir de la règle d'ouverture vérifié, on eſt aſſuré de la correction de ſon travail.

Afin de le fixer & qu'aucune pièce ne ſe dérange, on cloue des taquets *t t* ſur les chantiers en dedans en dehors ſur les couples, & qui contiennent bien les pièces ; & pour en empêcher la moindre déſunion, on cloue à tous leurs joints, ſur la ſurface extérieur du tour, des bouts de planches ou croutes de chêne *d d* qui étant arrêtées ainſi ſur les deux pièces en empêchent abſolument la disjonction.

Avant de fixer ainſi l'aſſemblage, on paſſe la ſcie dans

les joints, non pas pour obtenir une ſolution de continuité (qu'on me paſſe le terme) puiſque ces joints ſont la ſéparation des pièces; mais pour en quelque façon, en polir les bouts, & que le contact en devienne plus exact : la ſcie fait dans cette opération ſeulement la fonction d'une lime; après cela on frappe ſur les extrémités des pièces, qui ſe trouvent éloignées de l'épaiſſeur du trait de la ſcie, afin qu'elles ſe touchent parfaitement; on ſent bien que ce petit mouvement ne peut produire un effet aſſez ſenſible pour influer ſur le gabarit des couples. Pour contenir les pièces pendant qu'on paſſe la ſcie dans le joint, on fiche dans le chantier des clous en deſſus & en deſſous du joint, en dedans & en dehors des pièces & à les toucher.

Cet aſſemblage fait avec toute la préciſion que doivent procurer les opérations que nous venons de décrire, il eſt queſtion de le doubler en lui accouplant les genoux, ſecondes & quatrièmes allonges. Pour cela il ne s'agit que de ſubſtituer ces pièces mêmes à leurs gabarits, dont on a vu que nous nous ſommes ſervi pour régler le contour des varangues, premières, troiſièmes & cinquièmes allonges. On applique donc ces genoux *G G*, deuxièmes & quatrièmes allonges 2e*A* 2e*A*, 4e*A* 4e*A* ſur le premier aſſemblage, de manière que les traits des liſſes ſe rapportent exactement, que les gabariages ſe confondent, que les abouts ſe joignent avec préciſion. Cet aſſemblage eſt un guide ſûr, & nous ne voyons aucune difficulté pour régler le ſecond.

Les genoux laiſſent un eſpace *D V*, *D V* de la varangue, à doubler; plus ou moins long, ſelon que ces genoux fourniſſent moins ou plus ſur ladite varangue; on le remplit, bien entendu dans les couples qui n'ont pas d'oreillers, par

des demi-varangues travaillées sur les gabarits & équerrages de la varangue; on double aussi la cinquième allonge avec une pièce qui prolonge la quatrième & s'appelle bout d'allonge. Tout cela bien ajusté le couple est formé.

Alors on lie l'assemblage total par six goujons *g*, dans chaque pièce qui la pénètrent aussi bien que celles qui la doublent; ainsi le genou est fixé par trois goujons sur la varangue, & par trois autres sur la première allonge, d'environ 13 lig.; la deuxième allonge est pareillement fixée par trois goujons sur la première allonge, & par trois autres sur la troisième d'environ 12 lignes, &c. Plus haut les goujons sont de 11 lignes. On met des gournables au lieu de goujons aux endroits des varangues où doivent aboutir les pompes, ainsi que dans les assemblages par le travers des ponts, afin qu'en perçant, en bas les trous de ces pompes, en haut pour le chevillage des fourrures de goutières, on n'y rencontre pas de fer.

Pour conserver les largeurs des couples, on cloue sur leur face plane à la place des règles d'ouvertures qui ont servi à les vérifier, des bordages d'environ 14 po. de largeur & 3 po. d'épaisseur, appelés *planches d'ouvertures*; le trait du milieu des règles est rapporté sur ces planches; on cloue sur la même face plane de ces couples un taquet de chaque bord au-dessous du can inférieur du bordage pour soulager les clous qui l'arrêtent, car le poids de ces planches est assez considérable; on cloue encore sur ce bordage, en dedans du couple, & à le toucher aussi de chaque bord, un autre taquet pour empêcher les branches de ce couple de se resserrer. Au surplus, pour un Vaisseau du rang de celui sur lequel nous nous exerçons, comme les couples

ſont trop peſants pour qu'on puiſſe les mettre en place en entier, on ne goujonne pas ſur le terrein les troiſièmes avec les ſecondes allonges, afin de n'avoir d'abord à traverſer ſur la quille & à élever en ſon lieu, que l'aſſemblage des varangues, genoux, premières & ſecondes allonges. Les troiſièmes, quatrièmes & cinquièmes allonges ne doivent être hiſſées & rajuſtées avec la partie baſſe, que quand elle ſera placée.

L'aſſemblage de tous les autres couples ſe fait en ſuivant les mêmes procédés; celui qui vient de ſervir à notre deſcription eſt le maître couple; on peut faire par deſſus l'aſſemblage d'un ou deux autres. Plus vers l'avant on monte les couples de l'avant; & il faut avoir attention de faire ſon établiſſement le plus par le travers des endroits de la quille où les couples doivent être élevés, qu'il eſt poſſible, le talon la regardant.

CHAPITRE III.

Du Travail de l'Arcaſſe.

I.

Des Opérations graphiques, néceſſaires pour régler les Pièces qui la compoſent, à cauſe de leur grande courbure.

La partie du Vaiſſeau compriſe entre la liſſe d'hourdy, les eſtains & la flottaiſon a une rondeur conſidérable; auſſi comme on le voit dans la *fig.* 23, la portion des troiſième, quatrième & cinquième liſſes entre le faux couple *fc fc''*, & la rablure de la liſſe d'hourdy ou de l'étambot, a une

Pl. VI.

grande courbure. Cette grande courbure doit faire l'objet de deux considérations.

L'une de l'extrême équerrage qu'auroient les couples tout-à-fait de l'arrière, si leur gabariage étoit dans des plans latitudinaux, parallèles à ceux des autres couples : pour en prendre une idée, il ne faut que jeter les yeux sur la forme qu'auroit la section ♃ (*fig. XXIII.*) du faux couple *F C* (*fig.* 46′) par le plan de la troisième lisse, si ce faux couple existoit dans la construction ; l'équerrage en seroit tel que, joint à la grande courbure des bois, les pièces en seroient introuvables ; encore est-ce la coupe d'une de celles de l'avant ; la pièce qui devroit doubler de l'arrière, comme on peut le voir, auroit l'angle bien plus ouvert. Pour obvier à cet inconvénient, on dévoye ce couple, appelé *l'estain*, qui se joint à la lisse d'hourdy ; c'est-à-dire, qu'au lieu de le faire passer par un plan vertical latitudinal comme les autres, il est seulement dans un plan vertical ; d'ailleurs oblique relativement aux sections latitudinales, d'une obliquité déterminée par sa projection *E e* (*fig.* 29.) ; l'intervalle entre ces estains se remplit par des pièces *B bp*, *B b1* &c. (*fig.* 46′. & *B b* (*fig.* 48′.) appelées *barres*, qui *endentent* sur l'étambot ; leur gabariage est représenté en *B b* (*fig.* 29.).

Pl. XXXVIII. Pl. XXIV. Pl. X. Pl. XXIV & XXIII. Pl. X.

L'autre considération qui naît de la rondeur de l'arrière, de la grande courbure des lisses & du périmètre de toutes les sections qu'on y peut imaginer, doit faire sentir la nécessité d'un travail très-soigneux pour que ces courbes, bien conduites chacune en leur particulier, aient un concert indispensable dans leurs points d'intersection : la cinquième lisse, par exemple, peut se terminer en *f c″ 5 l* (*fig.* 23.) Pl. VI.

par une infinité de courbures bien ſuivies & ſe raccordant exactement avec le reſte de la liſſe; les quarrième, troiſième &c. liſſes ne ſont pas non plus parfaitement déterminées dans cette partie; mais il eſt à remarquer que plus leur courbure diminue, plus les différences qui pourroient avoir lieu dans leur conduite deviennent inſenſibles. Quoiqu'il en ſoit de toutes ces différences petites ou grandes, il peut en provenir une grande irrégularité dans la courbure du périmètre des ſections dans un autre ſens; ainſi la
Pl. X & XXIII. ſection imaginée en *F E* (*fig.* 29 & 48'.) dont le contour
Pl. XXIV. *F C* (*fig.* 46'.) coupe les projections des liſſes dans les points *I*, *I'* &c. peut donner lieu de retoucher à la conduite de ces liſſes pour que la ſienne ſoit bonne & régulière: nous en parlerons ailleurs, car le tracé de ce faux couple nous ſera néceſſaire pour celui des barres & principalement l'équerrage de quelques-unes.

Mais puiſque ce ſont dans les courbes qui ont le moins de courbure, que la variation de conduite procure des effets moins ſenſibles, il convient d'imaginer dans la carène, les ſections verticales-longitudinales projetées en
Pl. XXIV, X & XXIII. *L S L S* &c. (*fig.* 46', 29 & 48'.) pour principalement,
Pl. XXIII. déterminer le contour des barres; on voit (*fig.* 48'.), combien leur courbure eſt plus allongée que celle de la partie de l'arrière des liſſes: d'ailleurs ce ſont ces ſections qui préſentent le plus naturellement l'équerrage de la grande partie de ces barres. Il n'y a guère que pour les plus baſſes, & particulièrement le fourcat, que l'on ait
Pl. XXIV, X & XXIII. beſoin du faux couple *F C* (*fig.* 46'.) ou *F E* (*fig.* 29 & 48'): Nous appelons les projections du périmètre de ces courbes verticales-longitudinales, *liſſes verticales*, quoiqu'on ne liſſe pas

pas dans ce ſens, mais pour abréger; & on comptera première liſſe verticale, ſeconde, &c. à partir de la ligne du milieu.

Pour projeter ces liſſes verticales ſur le plan vertical (*fig.* 46'.) & ſur celui horizontal (*fig.* 29), il n'y a que les droites *S L S L*, &c. à mener parallèlement à la ligne du milieu; il eſt bien qu'elles ſoient à des diſtances égales entre elles. Quant aux moyens d'en avoir les projections curvilignes ſur le plan d'élévation (*fig.* 48'.), c'eſt une opération aſſez ſimple pour les perſonnes qui auront lu avec attention ce que nous avons dit des plans. Il faut prendre ſur le vertical la diſtance du point d'interſection du gabariage de chaque couple avec la projection de la liſſe verticale, au trait du deſſus de la quille, & rapporter cette hauteur ſur la projection du couple dans le plan d'élévation, auſſi du deſſus de la quille: ainſi en prenant la hauteur au-deſſus de la quille du point 6 (*fig.* 46'.) d'interſection du couple 6 avec la troiſième liſſe verticale, & la rapportant en 6' (*fig.* 48'.) ſur le pareil couple, c'eſt par ce point que paſſera le trait curviligne de la projection de cette liſſe verticale; on aura tous les autres points de même.

PL. XXIV & X.

PL. XXIII.

PL. XXIV.

PL. XXIII.

Il n'y a qu'aux eſtains où on puiſſe trouver quelques difficultés; on pourroit y prendre pareillement ſur le vertical (*fig.* 46'.) la hauteur du point d'interſection, & puis avec un autre compas, la diſtance de ce point à la ligne du milieu, que l'on porteroit ſur le plan horizontal (*fig.* 29.) auſſi de la ligne du milieu ſur l'eſtain qui y eſt projeté: ce dernier point ainſi déterminé, ſa diſtance à la perpendiculaire de l'étambot ou à la projection de ſon plan vertical-latitudinal avec la hauteur priſe ſur l'eſtain du vertical (*fig.* 46'.) mettroit en état de déterminer ſur le plan d'élé-

PL. XXIV.

PL. X.

PL. XXIV.

vation le point par lequel doit passer le trait curviligne ; mais il vaut mieux projeter d'abord cet estain sur ledit plan d'élévation, d'autant mieux qu'on en aura besoin pour d'autres objets : alors on y rapportera immédiatement la hauteur des points d'intersection.

Pl. XXIV. Pour faire cette projection de l'estain *E e* (*fig.* 46'.),
Pl. XXIII. telle qu'on la voit en *E e* (*fig.* 48'.), c'est le procédé que nous venons d'indiquer qu'il faut suivre pour autant de points que l'on voudra, le plus sera le mieux. On prendra
Pl. XXIV. donc, par exemple, la hauteur *H h* (*fig.* 46'.) d'un point
Pl. XXIII. quelconque *H;* on la portera de *p* en *P* (*fig.* 48'.); on prendra de plus la distance *H M* (*fig.* 46'.) du point *H* à la ligne
Pl. X. du milieu; on la rapportera de *M* en *H* (*fig.* 29.). Enfin la distance *H P* de ce point *H* à la projection du plan de
Pl. XXIII. la perpendiculaire, étant rapportée de *p* en *h* (*fig.* 48'.), il ne restera qu'à faire le parallélogramme rectangle *P p h H* pour avoir le point *H*, par où doit passer l'estain. Prenez de même autant de points que vous voudrez, les multipliant surtout aux endroits de la courbe où elle a le plus de courbure, & vous serez en état de tracer l'estain *E e*.
Pl. XXIV. Les hauteurs de points d'intersection de l'estain *E e* (*fig.* 46'.) & des lisses verticales se rapporteront tout de suite comme
Pl. XXIII. nous venons de le dire sur l'estain *E e* (*fig.* 48'.).

Pl. XXIV. Le contour *F C* (*fig.* 46'.) du faux couple partant de la tête des estains, ayant été tracé d'après les lisses, il nous donnera aussi des hauteurs pour les lisses verticales à
Pl. XXIII. rapporter sur *F E* (*fig.* 48'.) : il faut dire ici comme il se détermine.

Pl. X & XXIII. Ayant mené la ligne *E F* (*fig.* 29 & 48'.), de la tête de l'estain *E* parallèlement au plan latitudinal de la perpen-

diculaire de l'étambot, prenez la distance de cette projection du faux couple en question audit plan de la perpendiculaire, portez-la de *p* en *F* (*fig.* 23.) du point *F* menez la parallèle *FC* à la perpendiculaire *pP* : *FC* sera la projection du faux couple sur le plan des lisses ; il ne reste qu'à prendre les ouvertures *FC FC' FC''*, &c. & les porter sur les cinquième, quatrième, troisième lisse, &c. de *c* en *I* (*fig.* 46'.) de *c'* en *I'* de *c''* en *I''* &c., faisant passer par la tête de l'estain *E* & les points *I I' I''* &c. la courbe *FC*, on a le faux couple demandé. Si son contour, pour passer par ces points, péchoit en quelque chose à l'égard de l'uniformité, il faudroit corriger convenablement celui des lisses. PL. VI. PL. XXIV.

Les lisses verticales se terminent en *L*, *L* &c. (*fig.* 46' & 29) sur le trait fait à la moitié de l'épaisseur de la lisse d'hourdy sur sa face extérieure (*a*). On prend la distance de chacun de ces points *L* (*fig.* 29.) à la perpendiculaire, & leur hauteur du dessus de la quille sur le vertical (*fig.* 46'.); ces opérations mettent à même d'avoir chacun des points extrêmes des lisses verticales vers *L* (*fig.* 48'.). Si la lisse d'hourdy a une rablure, c'est dans cette rablure qu'aboutissent ces lisses verticales, en dedans du trait de ladite rablure, de l'épaisseur du bordage prise normalement à la lisse. PL. XXIV & X. PL. X. PL. XXIV. PL. XXIII.

La lisse d'hourdy qui a une rablure diffère de celle qui

(*a*) C'est aussi sur ce trait que doivent, pour l'exactitude, aboutir les lisses obliques ; ce que nous nous sommes contentés de dire dans une note page 59, craignant de trop compliquer les explications, en ne faisant pour ainsi dire qu'entrer en matière. Ces lisses obliques aboutissent pareillement dans la rablure quand la barre d'hourdy est à rablure.

n'en a pas, en ce qu'il se pratique une entaille le long de la face verticale & extérieure de cette première, qui prend à la moitié de son épaisseur; en sorte qu'au lieu d'avoir la
Pl. XXIV. section verticale *ABCD* (*fig.* 49'.) quadrangulaire, elle a la figure *a b c d e f*; c'est dans l'entaille ou la rablure *d e f*, qu'aboutissent une partie des bordages de la carène, au lieu que pour la lisse d'hourdy sans rablure, ils aboutissent en *E*, & font par conséquent une saillie, au-dessus de laquelle on garnit avec une lisse à placage. La lisse d'hourdy à rablure, s'entaille avec l'étambot, comme l'autre; mais de manière que sa partie *a f* se rende jusqu'au trait de la rablure de l'étambot; *e d* se trouve à la partie intérieure de cette rablure comme la partie *E D* de celle sans rablure; on n'a pas besoin de dire qu'on abat un peu de bois pour l'une & pour l'autre, pris sur *D C* ou *d c* à venir à rien en *E* ou *e*, suivant la quête; c'est ce que l'on verra d'ailleurs lorsque nous parlerons de l'équerrage de cette pièce. La lisse d'hourdy sans rablure a sur l'autre l'avantage de conserver toute sa force & de porter les estains plus vers l'avant, ce qui en diminue l'équerrage. Si cette pièce dans notre Vaisseau étoit à rablure, on conçoit que l'estain
Pl. XXIII. *E e* (*fig.* 48'.) seroit de 4 po. $\frac{1}{2}$ plus sur l'arrière, puis-
Pl. XXII. qu'elle seroit réduite réellement à l'épaisseur *d c* (*fig.* 49'.); *e f* n'étant là qu'un excédant de bois, dont la lisse à placage tient lieu dans la barre d'hourdy sans rablure.

Si les hauteurs d'interfection prises sur le contour du
Pl. XXIV. faux couple *F C* (*fig.* 46'.) tracé d'après les lisses, gênoient l'uniformité de celui des lisses verticales, il faudroit corriger ce faux couple, & par conséquent encore la courbure des lisses, sur lesquelles la correction du faux couple pourroit influer.

La projection des lisses obliques, des lisses verticales, des estains, du faux couple, passant par leur tête, donnent assez de points pour déterminer le tracé des barres. Il doit y en avoir six au-dessous de la lisse d'hourdy dans le Vaisseau sur lequel nous nous exerçons, y compris celle du pont & le fourcat d'ouverture. On voit sur le plan que le creux de l'arrière est de 24 pi. 4 po.; le pied des estains, & par conséquent le dessous du fourcat, est à une hauteur de 16 pi. 3 po. au-dessus de la partie supérieure de la quille: c'est une longueur de l'étambot de 8 pi. 1 po. qui doit être garnie par les barres. Celle du pont doit avoir 13 po., les autres 1 pied; il restera 2 pieds pour les cinq mailles entre ces six barres. Prenant 5 po. $\frac{1}{4}$ entre chacune de celles qui sont droites ou dans des plans horizontaux, il restera 3 po. & le bouge de celle du pont entr'elle & celle de dessous; ainsi il s'agit de prendre 16 pi. 3 po. de β (*fig.* 46'.) en b 5; 1 pi. de b 5 en f; 5 po. $\frac{1}{4}$ de f en b 4, & ainsi successivement pour les quatre barres supérieures au fourcat & les mailles entr'elles; à tous ces points de divisions, élevez des perpendiculaires à la ligne du milieu: cette opération donne la projection des barres $B\ b1$ $B\ b2$ &c. sur le plan vertical faisant ensuite βx de 24 pi. 4 po., creux de l'arrière; élevez en x une autre perpendiculaire à cette ligne du milieu: ce sera la ligne droite de la barre du pont; du point où elles rencontrent l'estain, menez une courbe parallèle à la lisse d'hourdy, qui donnera la partie supérieure de cette barre, sur laquelle se terminent les bordages du premier pont; une autre parallèle à 13 po. en dessous de celle-ci, sera le dessous de la barre. PL. XXIV.

Prenez sur la perpendiculaire de l'étambot du plan d'é-

Pl. XXIII. lévation (*fig.* 48'.) ou ſur le trait de la rablure, les hauteurs du deſſus & du deſſous des barres relevées ſur le vertical ; menez par ces points des parallèles à la quille.

Ces parallèles ſur le vertical & le plan d'élévation ſont des projections d'eſpèce de ligne d'eau, qu'il faut rapporter ſur le plan horizontal ; ainſi, il eſt queſtion d'abord de prendre ſur le vertical la diſtance des points d'interſection des couples, & deſdites parallèles ou lignes horizontales à la ligne du milieu ; & de rapporter ces ouvertures ſur le plan horizontal, à chaque couple pour chaque ligne Pl. X. d'eau : par exemple, pour avoir Φ (*fig* 29.) ſur le couple Pl. XXIV. 6, où doit paſſer la parallèle prolongée *f B* (*fig.* 46'.), on prend la diſtance de *f* au point Φ d'interſection de cette Pl. X. parallèle & du couple 6, & on la porte de 6 en Φ (*fig.* 29.), & ainſi des autres.

Les ouvertures ſe prennent pareillement ſur l'eſtain Pl. XXIV. *E e* (*fig.* 46'.) ; & elles ſe rapportent de la ligne du mi-Pl. X. lieu ſur l'eſtain *E e* (*fig.* 29.) bien carrément à cette ligne du milieu.

Ces lignes d'eau aboutiſſent dans la rablure de l'étambot, comme les couples à l'égard de la quille ; on les termine au moyen du même procédé, auquel nous renvoyons : il y a là un contr'étambot, & l'étambot même fournit ordinairement du bois en dedans de la rablure. Mais, tout cet excédant de bois ne ſera que pour les entailles des barres peu acculées, & s'il fait partie des talons de fourcats ou varangues acculées, on le travaille ſur le gabarit, & au ſurplus on diminue d'autant le talon de ce gabarit pour n'en employer que ce qu'il faut pour trouver la pièce : ceci s'éclaircira quand nous parlerons du travail des barres.

Maintenant, il nous reſte à rapporter encore ſur le plan horizontal, les points d'interſection des liſſes verticales & du faux couple, avec les lignes d'eau ; ce ſont ces points qui prononçent avec le plus de préciſion le contour des barres. On doit ſavoir ce qu'il y a à faire pour cet effet. Donnons-en cependant un exemple pour les liſſes verticales, & un pour le faux couple ; prenez la diſtance α β (*fig.* 48'.) de la perpendiculaire au point PL. XXIII. d'interſection de la première liſſe verticale & de la ligne d'eau faiſant la ſurface ſupérieure de la cinquième barre. Rapportez cette diſtance du point β (*fig.* 29.) en α : α PL. X. ſera le point cherché de cette ligne d'eau. Et quant au faux couple pour opérer ſur la même ligne d'eau, prenez la diſtance de *f* en γ (*fig.* 46'.); portez-la de *F* en γ (*fig.* 29.); PL. XXIV & X & vous aurez en γ, le point de cette ligne d'eau au faux couple. Il n'y a pas plus de difficultés pour les autres lignes d'eau ou barres, excepté pour celle du pont.

Pour cette barre du pont, comme c'eſt le gabarit particulièrement de ſon lit ſupérieur qu'il faut ſe procurer, il eſt néceſſaire qu'elle ſoit projetée ſuivant ſon bouge, ſur le plan d'élévation (*fig.* 48'.), parce que c'eſt l'inter- PL. XXIII. ſection du trait courbe que donnera cette projection, avec les liſſes verticales, qui déterminera le contour de cette barre. Pour avoir ladite projection, prenez les hauteurs, au-deſſus de la quille, des points *m*, 1, 2, 3, 4, 5 (*fig.* 46'.) de l'interſection de la barre avec les liſſes ver- PL. XXIV ticales, rapportez les mêmes hauteurs ſur l'étambot & les liſſes verticales du plan d'élévation : elles donneront les points *B*, 1, 2, 3, 4, 5 (*fig.* 48') par laquelle faiſant PL. XXIII. paſſer une courbe, on aura la projection néceſſaire. Il n'y

a plus qu'à relever la diſtance des points B, 1, &c. 5 à la perpendiculaire, & les rapporter de la même perpen-
PL. X. diculaire en m, 1, &c. 5 (*fig.* 29.) & on aura les points par leſquels il faut faire paſſer une courbe pour avoir le gabarit de la barre.

La liſſe d'hourdy ne ſe travaille pas ſur un gabarit; ſon contour ſe détermine par les ordonnées priſes dans un quart de cercle, comme nous l'avons dit page 50 & ſuiv. Mais le trait de cette barre où doivent aboutir les bordages de la carène, qui marque la moitié de ſon épaiſ-
PL. XXIV. ſeur, repréſentée par la ligne ponctuée $Q\ q$ (*fig.* 46'.), ce trait, dis-je, doit être arrondi par une courbure $Q\ Q\ E$
PL. X. (*fig.* 29.) qui ſe raccorde avec le bouge de la barre, & la ſection horizontale à cette hauteur; la partie ſupérieure de cette liſſe d'hourdy eſt angulaire à ſes extrémités, & c'eſt là où s'opère le changement de forme qu'on peut remarquer dans l'arrière des Vaiſſeaux; on y évite les angles dans toute la partie ſubmergée, & au-deſſus on y trouve ceux que forment la voûte & le tableau avec les murailles.

Au moyen de tous ces points que l'on peut ſe procurer en ſuivant les opérations que nous venons de décrire, on eſt en état de tracer le plan horizontal (*fig.* 29.) néceſſaire pour le gabarit des barres; nous ne le prenons que du quatrième couple arrière. C'eſt aſſez pour n'avoir pas à craindre de jarets dans la prolongation de ces eſpèces de lignes d'eau.

Ce tracé peut ſe faire ſur le terrein ou le plancher de la ſalle : il peut auſſi ne ſe faire que ſur le papier, mais à grands points; & alors on y relève un devis des principales

pales parties qui doivent être néceſſairement tracées en grand, ſavoir, relativement à la perpendiculaire & à la ligne du milieu, de toutes celles que peuvent comprendre ces lignes, les eſtains, liſſe d'hourdy & fourcat. Donnons ce devis pris ſur les *fig.* 46', 29 & 48', que nous ſuppoſons faites ſur une plus grande échelle. PL. XXIV, X & XXIII.

I I.

Devis pour le tracé des Barres.

(1). Diſtance du faux couple paſſant par la ligne droite de la liſſe d'hourdy à la perpendiculaire de l'étambot. 3 pi. 5 po.

(2). Diſtance entre les coupes verticales-longitudinales, ou les plans des liſſes verticales........ 2 pi. 6 po. 6 lig.

(3). Hauteurs des barres du deſſus de la quille :

De la ligne droite de la liſſe d'hourdy	26 p.	6 p.	6 l.
De la ligne droite de la barre du pont........	24	4	0
De la deuxième barre, lit ſupérieur.........	23	0	0
De la troiſième, *idem*..................	21	6	9
De la quatrième, *idem*..................	20	1	6
De la cinquième, *idem*..................	18	8	3
De la ſixième, *idem*..................	17	3	0
(4). Epaiſſeur { de la barre du pont......	1	1	0
(4). Epaiſſeur { des autres barres.........	1	0	0

(5). Diſtance des points de rencontre du gabariage des barres avec celui du faux couple & de l'eſtain à la ligne du milieu.

SAVOIR:

	FAUX COUPLE.			ESTAIN.		
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.
De la liſſe d'hourdy à ſa rablure ou au trait Qq (*fig.* 46'.)..	15	2	0	15	2	0
De la première barre ou barre de pont...............	13	6	0	14	0	0
De la ſeconde barre........	10	2	6	12	6	0
De la troiſième............	5	5	4	10	0	8
De la quatrième...........	2	8	6	7	3	6
De la cinquième...........	1	5	0	4	9	8
De la ſixième.............	1	0	0	3	0	4

Pl. XXIV.

(6). Diſtance des points de rencontre des barres avec les liſſes verticales à la perpendiculaire de l'étambot.

SAVOIR:

	1re. LISSE.			2e. LISSE.			3e. LISSE.			4e. LISSE.			5e. LISSE.		
	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.	pi.	p.	li.
De la liſſe d'hourdy à ſa rablure....	1	1	0	1	2	0	1	3	0	1	4	4	1	7	4
De la première barre ou barre du pont.	1	5	6	1	8	4	2	0	0	2	3	6	2	11	5
De la 2e. ou 1re. des barres ſans bouge.	1	11	6	2	5	0	2	9	4	3	3	4			
De la troiſième ou deuxième *idem*..	2	6	0	3	3	0	3	10	6						
De la quatrième ou troiſième *idem*..	3	3	0	4	5	6									
De la cinquième ou quatrième *idem*.	4	4	0												
De la ſixième ou cinquième *idem*...	5	6	6												

Les numéros de chaque article de ce devis vont nous ſervir pour ſon explication.

I I I.

Explication de ce devis.

La diſtance du faux couple à la perpendiculaire N°. 1, eſt celle entre les lignes EF (*fig.* 29 & 48'.) & les per-

Pl. X & XXIII.

pendiculaires $P\mu$ (*fig.* 29.) Pp (*fig.* 48'.): on a vu comme ce faux couple a été projeté (page 98 & suivantes) en *F C* (*fig.* 46'.); il peut l'être de même à la salle. PL. X & XXIII. PL. XXIV.

Le N°. 2 indique la distance entre les plans des lisses verticales, ou entre les projections *L S* (*fig.* 46' & 29.); celle de la première de ces lisses à la ligne du milieu est pareillement de 2 pi. 6 po. 6 lig. Pour espacer ainsi le plan desdites lisses, on a divisé en six parties égales la ligne droite de la lisse d'hourdy ou plutôt sa moitié de 15 pi. 3 po. (Voyez les articles 8 & 9 du devis de construction page 17). Ces lisses verticales sont projetées en *L S* (*fig.* 48'.); mais on n'en trace à la salle, que la partie comprise entre la lisse d'hourdy & les estains *E e*: elle est nécessaire là, pour l'équerrage des barres. PL. XXIV & X. PL. XXIII.

La hauteur des barres N°. 3 est prise de *B*, *B* &c.... (*fig.* 46' & 48'.) à la ligne du dessus de la quille; c'est la hauteur relativement à cette ligne, des parallèles qui y sont tirées par ces points *B*, *B* &c.; elles donnent le dessus des barres. PL. XXIV & XXIII.

L'épaisseur des barres données dans le N°. 4 met à même d'en tracer le dessous.

En prenant sur la ligne *F E* (*fig.* 29.), projection du faux couple sur le plan horizontal donné par le N°. 1, relativement à la perpendiculaire; en prenant, dis-je, sur cette droite, de son point de rencontre avec la ligne du milieu, les distances marquées dans le N°. 5 pour le faux couple, on aura tous les points de rencontre des barres avec ce faux couple: ce seront tous les points qui reviennent à ceux d'intersection de *F E* avec ces barres. PL. X.

L'estain étant placé suivant la position qu'on a indiqué

au N°. 9 du devis de conſtruction page 17, on prendra les diſtances données auſſi dans le N°. 5 pour cet eſtain, carrément à la ligne du milieu. Cette opération donnera autant d'autres points pour les barres : (leurs points ſur la ligne qui revient à $E\ e$).

Enfin, le N°. 6 donne la diſtance à la perpendiculaire de l'étambot, du point d'interſection de chaque barre avec chaque liſſe ; ainſi on a, pour la première barre ou barre du pont, la diſtance à la perpendiculaire 1 pi. 5 po. 6 lig. ſur la première liſſe ; 1 pi. 8 po. 4 lig. ſur la ſeconde, &c. 2 pi. 11 po. 5 lig. ſur la cinquième, qui ont été relevées des points 1, 2, &c. 5 à la perpendiculaire $\mu\ P$.

En voilà aſſez pour mettre en état de faire à la ſalle le tracé du gabariage des barres (*fig.* 29.) ou de la projection de ces barres (*fig.* 46' & 48'.) Pl. XXIV & XXIII.

Prenant ſur le plan horizontal, ou du gabariage des barres (*fig.* 29.), la diſtance du point d'interſection de chacune, avec les liſſes verticales, à la perpendiculaire, & la rapportant ſur la pareille barre projetée dans l'élévation, on aura des points par leſquels on fera paſſer les bouts de liſſes verticales revenant à $L\ S$ (*fig.* 48'.). Pl. X. Pl. XXIII.

Nous n'avons rien à ajouter ici à ce que nous avons dit plus haut ſur les points d'aboutiſſements des barres, & ſur la manière de rapporter le bouge de la barre du pont ſur le plan d'élévation.

Il pourra ſembler que tout ce que nous venons de dire ici auroit été mieux placé dans la première Partie, aux Sections des plans, du devis, du tracé ; mais une bonne raiſon nous en a empêché : c'eſt que l'intelligence en

auroit été impossible avant d'avoir pris quelques connoissances de la Charpenterie.

I V.

Du travail de la Charpenterie des Barres & Estains.

Considérons actuellement la partie du dessin des *fig.* 46', 29 & 48', entre les estains & la perpendiculaire d'étambot, & y compris ces lignes, comme le tracé fait à la salle. On travaille sur celui de la *fig.* 29, les gabarits des barres, suivant la méthode que l'on a enseignée pour les couples; la position de l'estain *E e* donne l'équerrage dans un plan horizontal, de leurs extrémités; les lisses verticales *L S* (*fig.* 48'.), donnent les équerrages dans un plan vertical-longitudinal; le faux couple *F C* (*fig.* 46'.) le donne dans un plan vertical-latitudinal. L'estain d'exécution *E e* (*fig.* 30.), donne encore l'équerrage dans un plan vertical, mais suivant l'obliquité de cet estain: ceci va s'expliquer. On voit que cet estain d'exécution a été tracé suivant la règle que nous avons donné page 61 & suivantes.

Pl. XXIV, X & XXIII.

Pl. X.

Pl. XXIII.

Pl. VII.

La *fig.* 27 qui représente les barres peut représenter également leur gabarit, n'ayant égard qu'à leur trait extérieur & aux équerrages qui y sont marqués. La *fig.* 30 peut être aussi considérée comme l'estain & son gabarit.

Ainsi, *B* 5 *B* (*fig.* 27.) regardé comme gabarit, sert à chercher & à travailler la pièce, ou les pièces, comme nous l'avons enseigné à l'égard des couples; étant de deux pièces, cette barre aura un oreiller qui ne différera de ceux dont nous avons parlé qu'en ce qu'il aura moins

d'épaiſſeur. Il ne doit avoir que 5 po. $\frac{1}{4}$ en dehors de ſes entailles, puiſqu'il n'y a que cette quantité de mailles entre les barres.

Il y a un équerrage de marqué en *a B c*; c'eſt celui de l'extrémité de la barre qui doit ſe joindre à l'eſtain : c'eſt le même angle que *a B c* (*fig.* 30.); car, *a B A b* eſt exactement la partie de l'eſtain où s'adaptera cette cinquième barre, & par conſéquent la figure de ſon extrémité ; ainſi cet équerrage *a B c* (*fig.* 27.) ſe prend, une des branches ſur *c B*, coupée ſuivant le dévoiement de l'eſtain, & l'autre dans un plan perpendiculaire aux lits plans de la barre.

On trouve un autre équerrage en *A b C*; c'eſt l'angle
Pl. XXIII. en *α* (*fig.* 48'.), le ſupplément de celui *β α γ* formé par la première liſſe verticale & le lit ſupérieur de ladite cinquième barre : cet équerrage ſe prend, une des branches
Pl. VII. de l'équerre, ſur *b C* (*fig.* 27.); l'autre dans un plan perpendiculaire aux lits de la barre.

Enfin, on a encore l'équerrage *α β γ*; c'eſt l'angle *α γ f'*
Pl. XXIV. (*fig.* 46') du faux couple avec le deſſus de la barre. On ſent qu'il doit ſe prendre une des branches de l'équerre,
Pl. VII. ſur *β γ* (*fig.* 27.); l'autre toujours dans un plan perpendiculaire à la face de la barre.

Tous ces équerrages ſont en maigre, parce que l'uſage eſt de faire les gabarits pour le deſſus des barres ; mais ſi on avoit beſoin de les avoir en gras, on ſait qu'il n'y auroit qu'à en prendre le ſupplément ſur la tablette où on les auroit rapportés.

Nous avons choiſi cette cinquième barre pour exemple, parce que les équerrages s'y trouvent pour tous les ſens

où ils peuvent être pris : ainsi nous n'avons rien à ajouter sur ce sujet à l'égard des autres barres sur lesquelles ils sont rapportés d'après des procédés semblables.

Cependant arrêtons-nous encore un moment sur ce qui regarde la lisse d'hourdy : nous avons dit qu'on n'en faisoit pas de gabarit ; elle se travaille suivant ses bouges vertical & horizontal, (on voit pag. 50 & suivantes, comment se détermine la figure de ces bouges), & ses dimensions à équerre carré : néanmoins elle a un équerrage dans la moitié de son épaisseur $Q'q$ (*fig.* 46'.), sur laquelle s'applique le bordage. On peut avoir ces équerrages en L, (*fig.* 48'.), par l'angle qu'y forment les lisses verticales avec le trait du dessous de la barre ; ils sont portés en xyz (*fig.* 27.), pour chaque lisse verticale : ils sont en gras, & doivent être pris à ces lisses, sur la face du dessous de cette barre d'hourdy. Ainsi, en supposant $ABCD$, (*fig.* 49'.), une section de ladite barre par le plan d'une des lisses verticales ; une équerre xDz, ouverte suivant l'équerrage qui se trouveroit dans ce plan, sa branche Dz appliquée sur le trait de sa face inférieure DC, donneroit une distance $x.E$ au trait de la demi-hauteur, qu'il faudroit rapporter de D en y : il n'y a qu'à creuser des coches jusqu'aux points y, ainsi trouvés, à venir à rien en E ; mener la courbe ponctuée Qq, (*fig.* 27.), par tous ces points donnés par ces y, & mettre à bas le bois entre le trait ponctué, les coches & le trait de demi-hauteur, qui ne peut être représenté qu'en $Q, L, L,$ &c. q, (*fig.* 46'.). L'angle Q', formé par le dessous de la barre d'hourdy & la partie $Q'E$ du faux couple, donne un équerrage avec lequel on détermine d'une manière analogue le point Q,

Pl. XXIV. Pl. XXIII. Pl. VII. Pl. XXIV. Pl. VII. Pl. XXIV.

Pl. VII. (*fig.* 27.). On sent qu'une des branches de l'équerre pour cet équerrage, doit être placé selon la projection du faux couple, ou à-peu-près selon *Qx*, l'autre toujours dans un plan perpendiculaire au lit de la barre. On arrondit convenablement de *Q*, allant vers le trait *q*, *q*, &c. donné par le fond des coches. L'équerrage au milieu de ladite barre où Pl. XXIII. se travaille l'entaille, se détermine suivant l'angle *BAF*, (*fig.* 48'.), que donne la quête de l'érambot. Il faut relever & conserver cet équerrage pour encore d'autres objets.

Nous avons vu que les estains donnoient l'équerrage des extrémités des barres ; on voit que c'est dans le sens vertical : d'un autre côté, les extrémités des barres donnent l'équerrage des estains dans le sens horizontal ; car la partie de l'estain, interceptée par les plans des lits supérieur & & inférieur d'une barre, telle que le prisme incliné Pl. VII. *DFGHdfgh*, (*fig.* 27.) *FHhDfGgd*, (*fig.* 30.) entre les plans horizontaux des lignes droites de la barre du pont, fait une sorte de prolongation de cette barre ; ainsi *FDH* (*fig.* 27.) en est l'équerrage à l'extrémité de la ligne droite de la partie supérieure de la barre ; il doit être pris une des branches de l'équerre selon *FH*, (*fig.* 30.) Le tracé, dans les bornes auxquelles nous l'avons restreint, ne donne pas cette partie *DFGHdfgh*, (*fig.* 27.), qui n'est ici que pour l'intelligence de la chose ; ainsi on n'a pas l'angle *FDH*, mais on a son supplément *FDI*, & pour toutes les autres barres, un angle analogue. On sait qu'au moyen de la tablette, cet angle en maigre nous donnera celui en gras qui nous est ici nécessaire. Ces équerrages sont portés sur le gabarit *Ee*, (*fig.* 30.) pour tous les traits du dessus des barres.

D'après

D'après les fig. 30 & 27, considérées seulement comme gabarits, & les équerrages qui y sont rapportés, on travaille les pièces de la même manière que celles de membrure : sur le droit, d'après leur épaisseur dans ce sens, où l'estain a, comme les barres, environ un pied : d'équerrage, d'après ceux portés sur les pièces, & comme nous l'avons dit : sur le tour, en donnant pareillement un pied dans ce sens à l'estain ; & aux branches des barres la largeur que donne au carré, ce qu'elles en ont au courant de l'estain à leur contact ; *a B*, (*fig.* 30.), où se termine le lit supérieur de la barre *B* 5 *B*, (*fig.* 27.), donne la largeur au courant *Bc*. Il faut voir ce qu'elle en fournit au carré, c'est-à-dire selon *cd*, & ce sera la largeur, sur le tour, de la barre : on a ainsi les largeurs du dessus & du dessous : au surplus, cette partie du dedans, où il se trouve plutôt du dégourni que trop de bois, ne se travaille que grossièrement, se réservant de garnir ou de parer, lorsqu'il sera question d'établir les marsouins & de vaigrer.

On conçoit que les traits ponctués marquent le lit inférieur des barres.

V.

De l'Assemblage de l'Arcasse.

Ces barres se montent sur l'étambot, comme les couples sur la quille ; comme elle, l'étambot est couché sur des chantiers ; il est posé dans le même sens & un peu à côté, son pied vers l'avant du Vaisseau, son milieu près du talon La pièce bien dressée, sa rablure, son pied travaillés, & étant ainsi placée horizontalement, la face extérieure

en deſſous, ſes faces latérales bien à plomb, ſa face intérieure en deſſus, on la garnit de ſon contr'étambot *c e*, (*fig.* 25.) La pièce d'étambot qui, ſuivant le devis, a 10 pouces de ſa partie extérieure au trait de la rablure, doit fournir par conſéquent 14 po. ½; s'il y a quelque choſe de plus, le contr'étambot pourra l'avoir de moins, de manière que ces deux pièces faſſent enſemble, ſuivant le devis du charpentier, 22 po. à la tête, 26 po. au pied: c'eſt dans ce contr'étambot que ſe travaillent les entailles des barres.

Pour cela on ſe règle ſur le pied *E* de l'étambot *E T.* qui a dû être travaillé ſuivant l'équerrage donné par la quête, lequel nous avons recommandé de relever & conſerver. On voit par le *tracé des barres*, d'après ſon devis, que le deſſous de celle inférieure ou du fourcat, eſt à une hauteur de 16 pi. 3 po. du deſſus de la quille; il faut prendre 16 pi. 4 po. ſur l'étambot, à partir de ſon pied bien carrément, c'eſt-à-dire perpendiculairement à *E t*; & par le point que cela donnera, faire paſſer une parallèle à *E t*; ce qui ſe fait facilement au moyen de l'équerrage; on ſe
Pl. XXIII. rappelle que c'eſt l'angle *B A F*, (*fig.* 48'.), qui le détermine; l'équerre ouverte ſuivant cet angle, une de ſes
Pl. VII. branches le long de *T t*, (*fig.* 25.), l'autre d'abord en *E*, elle a donné le pied; enſuite ſur le point que procure la hauteur de 16 pi. 4 po., elle donne le deſſous *f F* de l'entaille de fourcat; & toujours ainſi, une des branches de l'équerre le long du dehors de l'étambot, la remontant d'un pied, & puis de 5 po. 3 li., & puis encore d'un pied, &c. on aura les traits parallèles qui indiquent les entailles des barres.

Nous avons pris une quantité de 16 pi. 4 po. du pied

de l'étambot, quoique la hauteur de la barre ne soit que de 16 pi. 3 po. du dessus de la quille, parce qu'il y a dans la quille en *E* une entaille d'un pouce pour recevoir le pied de l'étambot : c'est au milieu de cette entaille qu'est pratiquée la mortaise où doit entrer le tenon, travaillé à ce pied de l'étambot.

Pour qu'on ne soit pas surpris de voir la quille dépasser, dans la figure, l'étambot vers l'arrière, je dirai ici, en passant, qu'il doit être appliqué là, sur la fin de la construction, un contr'étambot extérieur de 4, 6 ou 8 po. Nous en parlerons plus au long en temps & lieu.

Les entailles distribuées suivant la hauteur des barres, il en faut marquer la profondeur ; elle doit se combiner avec celle des entailles des barres ; on fait ordinairement ces entailles, comme l'on dit, moitié par moitié ; c'est-à-dire, qu'on partage la distance du trait de la rablure, au trait du dedans du contr'étambot, en deux parties égales ; que l'on prend une de ces parties pour l'entaille du contr'étambot ; l'autre règle la profondeur de l'entaille de la barre *prRP*, (*fig.* 27.). Quelquefois, pour ménager le bois dans la barre qui auroit peu d'épaisseur, on donne moins de profondeur à son entaille ; mais alors il faut que celle de l'entaille du contr'étambot soit d'autant plus grande : enfin, il faut que les profondeurs des entailles de la barre & du contr-étambot fassent ensemble une quantité égale à la distance du trait de la rablure au trait intérieur de ce contr'étambot.

Ceci, bien entendu, est dit seulement pour les barres qui n'ont point ou que peu d'acculement : celles acculées ont à tenon ; le contr'étambot fournit une partie de leur

talon, & est travaillé là, selon le gabarit : enfin, cet assemblage des barres sur l'étambot, se fait, comme celui des varangues, sur la quille; il faut la même attention pour que le contr'étambot ne soit pas coupé entièrement par l'entaille : les barres qui s'entaillent sont à margouillet, (voyez premier Tome, pag. 22.) Le contr'étambot peut fournir d'autant plus de bois pour les talons des autres, qu'elles avoisinent davantage le fourcat, & selon leur acculement plus ou moins considérable : celles-ci se font d'assemblage & à oreiller. (Voyez Tom. I, pag. 23.).

La seule différence dans l'établissement de ces barres, c'est qu'il ne se fait pas carrément avec l'étambot, comme

Pl. XXIII. celui des couples avec la quille. On voit dans la figure 48' qu'elles font un angle droit avec la perpendiculaire de l'étambot; par conséquent elles ont avec l'étambot l'obliquité que donne la quête : ainsi, pour les perpigner, il faut employer une autre méthode ; on peut se servir d'un moyen fort simple, vu le peu d'élévation de ces barres sur l'étambot : après les y avoir placées, comme on le voit assez, chacune dans leurs entailles, on mène sur l'étambot par le talon du fourcat, une ligne perpendiculaire en même temps au trait *E t* de son pied, (*fig.* 25.), & à ceux qui ont déterminé les entailles : on voit que cette perpendiculaire est parallèle à la perpendiculaire de l'étambot: plaçant l'une des branches de la grande équerre carrée, de manière qu'elle soit confondue avec cette ligne, son angle droit au pied du fourcat, l'autre branche sera une des indications de la position du plan dans lequel il faut contenir ce fourcat : d'ailleurs, le balançant bien au moyen du *fil* à plomb ; la ligne droite de la lisse d'hourdy étant parfaitement hori-

zontale, & ses extrémités à des distances exactement égales à un certain même point pris sur le trait du milieu du contr'étambot, le gabarit de l'estain ou l'estain même donnera la position des branches du fourcat & de celles de toutes les autres barres, par les tracés tels que celui *HFfG*, (*fig.* 30.) pour celle du pont, qui doivent y avoir été rapportés. Ne perdons pas de vue que le plan du fourcat doit demeurer dans la branche verticale de la grande équerre : on vérifie ainsi les angles dont on a besoin, dans le sens selon lequel les pièces s'étendent davantage ; c'est vers le fourcat, dans le sens vertical, que le système de l'arcasse ainsi couchée, a le plus de saillie relativement à l'étambot ; c'est à la lisse d'hourdy, dans le sens horizontal, ce qui conduit à ces deux sortes de vérifications.

Le balancement de cette partie se fait par des moyens analogues à ceux que l'on emploie pour le balancement des couples en place dont nous parlerons ci-après. Un compas ou un niveau pour la lisse d'hourdy, la barre du pont, &c. ; des règles d'ouverture ou l'équivalent pour les barres acculées, donnent des points de suspension pour le fil à plomb : donc le plomb doit tomber sur le trait du milieu du contr'étambot. On verra aussi ci-après quelque usage du niveau dont on se sert plus volontiers que du compas, pour le balancement des barres.

On accore les barres comme les couples ; on leur donne le mouvement nécessaire, soit pour les mettre en place, soit pour les balancer ou les perpigner, comme aux couples : on a seulement besoin de moins d'appareil, parce que ces pièces sont plus faciles à manier : les bigues, par exemple, sont de simples matéreaux.

Les eſtains ſe rapportent ſur les barres, comme nous venons de le dire, avec beaucoup de facilité, puiſque les extrémités de ces barres y ſont marquées; il n'y a que leur tête, qui toucheroit la liſſe d'hourdy ſeulement dans un point, à l'extrémité de ſa ligne droite, ſi elle étoit travaillée juſque-là à équerre carrée. On voit que, faiſant
Pl. X. l'angle *E*, (*fig.* 29.), avec cette barre, ils la quittent ſans le plus petit moyen d'adhérence; on voit la même choſe
Pl. XXIII. en *E*, (*fig.* 48'.); cet effet eſt encore plus ſenſible en
Pl. VII. *hHoO*, (*fig.* 27.), projection de la tête d'un de ces eſtains. Pour faciliter cette adhérence, on laiſſe tout le bois que la pièce peut fournir à ſon extrémité, pour y travailler l'eſpèce de couſſin *mon*, & s'il n'y en a pas aſſez, on y ajoute une garniture.

On laiſſe encore du bois à la liſſe d'hourdy vers ſon milieu en *R'r'*; mais l'objet unique de cet excédant d'épaiſſeur, eſt de rendre à la barre, en cet endroit, la force que peut lui faire perdre ſon entaille.

V I.

Du travail particulier de la Barre d'Arcaſſe & des contre-Cornières.

Nous n'avons parlé juſqu'ici que de la barre d'hourdy & de celles en deſſous, parce que ce ſont ces barres qui méritent la plus grande attention, dont nous n'avons pas voulu diſtraire; il y a cependant encore, dans cette partie, une autre barre entaillée auſſi ſur l'étambot, que l'on appelle *barre d'arcaſſe;* elle aboutit aux cornières ou al-

longes de cornières, qui sont les allonges des estains : expliquons ce qui concerne cette barre & lesdites cornières.

La lisse d'hourdy, dans les vaisseaux de ligne, forme les feuillets des canons de retraite de la première batterie; la barre d'arcasse en forme la partie supérieure ou les sommiers; par conséquent, puisque celui sur lequel nous nous exerçons a une hauteur de sabord de 2 pi. 9 po., il faut qu'il y ait cette distance entre ces deux barres; il est même nécessaire qu'il y ait quelque chose de plus à leurs extrémités, pour trouver exactement la place du sabord dans l'endroit où il est percé, parce que la barre d'arcasse n'ayant pas de bouge vertical, elle se rapproche de la lisse d'hourdy au milieu : ainsi, pour satisfaire à cette précision, on peut observer une distance de 3 pi. 1 à 2 po. de ligne droite à la ligne droite (l'épaisseur de la barre en dessus); elle peut s'entailler sur l'étambot de 4 po., 2 po. pris sur le contre-étambot, & 2 po. sur la barre : en fixant sa largeur sur le tour, par exemple à 15 po., son bouge horizontal est déterminé, puisque les extrémités de sa face intérieure doivent s'appliquer sur les contre-cornières dont la face arrière est dans le plan vertical de la ligne droite de la barre d'hourdy; cette ligne droite dans notre vaisseau est à 3 pi. 5 po. (voyez *Dévis de Construction*) en même temps de la perpendiculaire de l'étambot & de sa face de l'arrière. Cet étambot a à sa tête, où s'assemble la barre d'arcasse, 22 po. (voyez *Devis de Charpentage*), dont il faut soustraire 4 po. pour l'entaille, moitié par moitié : reste 18 po.; & avec les 15 po. de largeur de barre, 33 po. ou 2 pi. 9 po. : en les soustrayant de 3 pi. 5 po., on auroit 8 po. de bouge horizontal; mais il faut avoir égard à l'effet de la quête.

La barre d'arcaſſe à 3 pi. 2 po. au-deſſus de la barre d'hourdy, ſa partie ſupérieure à 4 pi., préſente une diſtance plus grande à l'étambot, que donne cette proportion (voyez toujours le *Devis*, pag. 17.) 26 pi. 6 po. 6 li. : 2 pi. :: 4 pi.: $\frac{8 \text{ pi.}}{26 \text{ pi. } 6 \text{ po. } 6 \text{ li.}} = 3$ po. 7 li. $\frac{1}{2}$. Ainſi le bouge horizontal ſera de 8 po. + 3 po. 7 li. $\frac{1}{2}$ = 11 po. 7 li. $\frac{1}{2}$: c'eſt d'après ce bouge & cette largeur qu'elle eſt tracée à vue
Pl. IX. d'oiſeau, (*fig.* 31.), où l'on voit les ſections des cornières & de l'étambot à cette hauteur.

Cette barre a 10 po. d'épaiſſeur; mais on eſt obligé d'y pratiquer une entaille de 2 po. $\frac{1}{2}$ de profondeur *abcd*,
Pl. VIII. (*fig.* 26.), pour trouver la place & le mouvement du timon: en effet, ſuivant le plan, la hauteur d'entre-pont de l'arrière, du deſſus des baux du premier pont au-deſſus de ceux du ſecond, à bord, eſt de 7 pi.; ſur leſquelles il faut prendre 2 pi. 5 po. de hauteur de ſeuillet, 3 pi. 1 po. de hauteur de ſabord, 10 po. pour la barre d'arcaſſe : cela fait 6 pi. 4 po.; il y a de plus la hauteur du bau : les baux du ſecond pont au milieu de la longueur du Vaiſſeau, ont 12 po. d'épaiſſeur; & en diminuant vers ſes extrémités à proportion de leur longueur, celui en cet endroit doit avoir 8 po. : voilà les 7 pi. Ainſi, ſans l'entaille de la barre d'arcaſſe, il ne reſteroit de paſſage pour le timon que la diſtance que procure au milieu le bouge du bau; il n'eſt dans cet endroit que d'environ 7 po : c'eſt pourquoi on eſt obligé de faire cette entaille de 2 po. $\frac{1}{2}$.

C'eſt de l'amplitude du mouvement de la barre que dépendent la forme & la longueur de cette entaille, comme
Pl. IX. on le voit fig. 31. Nos barres de gouvernail ſont trop longues

longues pour qu'on puisse les mettre autant à bord, ou leur faire faire un angle aussi ouvert avec la ligne du milieu; c'est pourquoi communément on ne donne pas autant de longueur à cette entaille, & on ne compte guère que sur un mouvement de 70 degrés d'un bord à l'autre : cependant la théorie sembleroit exiger qu'il fût beaucoup plus grand.

Pour que l'entaille affoiblisse la barre le moins qu'il est possible, on lui laisse en dessous l'excédant de bois *AB*, (*fig.* 26.), que l'on ne peut prolonger plus loin que l'endroit où sont ouverts les sabords. Pl. VIII.

Les allonges de cornières *CE*, (*fig.* 26 & 28.) se travaillent sur leurs gabarits, & d'après leurs équerrages, comme les autres allonges, étant dans un plan parallèle à ceux des couples; elles s'ajustent en *E*, bout à bout aux estains; elles ont à leur tête une planche d'ouverture *RO*, qui sert à les mettre à leur largeur, à les balancer, à les perpigner; elles portent sur des chevalets; on garnit entre elles & eux plus ou moins, suivant le besoin que font naître ces opérations. Pl. VIII & IX.

Il faut se souvenir que cet assemblage est encore couché sur le terrein : on tend une ligne *Ll* d'un point *L* pris sur le trait du milieu du contr'étambot, près son pied, passant verticalement au-dessus de ce trait, de ceux du milieu des barres, de celui du milieu de la planche d'ouverture; & pour s'en assûrer, (cette ligne ou ce cordeau bien tendu & en liberté), on le fait arraser par des fils à plomb P, *p*: la pointe des plombs doit toucher ces traits : si celui de la planche d'ouverture ne le touche pas, on travaille aux allonges comme il convient pour corriger ce défaut.

Pour voir si le gabariage de ces allonges est bien dans le plan qui lui est propre, il n'y a seulement qu'à vérifier s'il se trouve dans un plan horizontal, lorsque l'étambot a été établi sur les chantiers, selon une inclinaison égale à sa quête ; ce soin facilite beaucoup, non seulement cette opération, mais même toutes celles de la mise en place des barres : il n'est question que de donner aux chantiers une inclinaison de 2 pi. sur 26 pi. 6 po. 6 li., d'après le n°. 7 du Devis du Constructeur, seconde section de la première Partie. On sait que ce gabariage est le trait des faces de l'arrière des allonges sur lesquelles est appliquée la planche d'ouverture. Dans ce cas, avec quelques corps de niveau dans le sens de la largeur entre les allonges, & dans celui de leur longueur, on parviendroit à l'exactitude nécessaire pour cet objet. On conçoit qu'alors les fils à plomb serviroient encore beaucoup pour l'établissement des barres.

Mais si l'on a négligé de donner cette inclinaison, il est nécessaire de faire deux opérations ; il faut reconnoître d'abord si la planche d'ouverture est dans une ligne horizontale, ce qui se fait au moyen du niveau : supposant PL. IX. *RO*, (*fig.* 31.), cette planche d'ouverture, on pose dessus le niveau N ; son fil à plomb doit passer par la ligne du milieu *m* de sa traverse *Tt* ; & si ses branches sont également éloignées du trait *M* du milieu de la planche, il doit en même temps pouvoir toucher ce trait ; il faut garnir ou dégarnir sur les chevalets à la demande de ce niveau, jusqu'à ce que le fil à plomb tombe bien précisément sur les traits. Quelquefois, dans l'opération du niveau, on trouve plus commode de le poser en dessous

de l'objet que l'on veut niveler, comme on le voit dans la fig. 56', où le fil à plomb est attaché sur la ligne du milieu de la traverse : de cette manière, pour que la pièce que les deux branches touchent soit de niveau, il faut que le fil passe juste par l'angle. Pl. XXIII.

L'autre opération pour déterminer le plan des allonges, c'est de mener sur l'étambot une perpendiculaire $\varphi\,\omega$, (*fig.* 28), aux traits qui y ont été tirés pour l'entaille des barres, (elle est perpendiculaire aussi aux plans des barres, & parallèle à la perpendiculaire imaginaire de l'étambot); de faire passer sur ce trait $\varphi\,\omega$ une ligne $\varphi\,\lambda$ qui s'y confonde : ce trait & la prolongation de la ligne doivent être parallèles au plan du gabariage des cornières; ainsi il ne s'agit que de vérifier s'il y a même distance de λ en *R* que de ω en *b*, ou de la ligne $\lambda\,\omega$ à la face de la planche qui porte sur les allonges, que de cette même ligne à la ligne droite du can de l'avant de la barre d'arcasse projetée en *b*. Pl. IX.

Ces deux conditions remplies, les allonges de cornières ont la position qui leur convient, & il faut les lier avec les estains; ce qui se fait au moyen des gardes ou contre-cornières *Gg*, (*fig.* 26 & 28.) Ces contre-cornières sont en quelque façon les genoux de cette partie de la membrure; elles doublent l'écart des allonges & estains, leur moitié sur l'allonge, l'autre sur l'estain : celle-ci participe à son dévoyement; elles se travaillent sur les gabarits, les équerrages & les largeurs sur le tour de ces pièces : sur le droit, elles ont même épaisseur au milieu, allant en diminuant, de manière à n'avoir que les deux tiers de cette épaisseur à leurs extrémités. Pl. VIII & IX.

VII.

Du Chevillage particulier du ſyſtème de l'Arcaſſe.

On ſent bien que toutes les pièces qui compoſent l'arcaſſe, ſe chevillent à meſure qu'elles ſont bien en place; ce chevillage ſe fait pour quelques-unes, à demeure: pour la plupart des autres, ſeulement pour le moment.

On commence par fixer le contre-étambot ſur l'étambot avec des gournables, diſpoſées de cinq pieds en cinq pieds environ.

Les barres d'arcaſſe & d'hourdy ſont chevillées à demeure, chacune par deux chevilles frappées à revers l'une de l'autre; perçant l'étambot, le contre-étambot & la barre, rivées ſur viroles: ces chevilles ont 15 lignes de diamètre au gros bout, & 12 au petit.

La barre du pont & celles en deſſous ne ſont chevillées que pour le moment, & d'une ſeule cheville chacune, qui, la traverſant, traverſe auſſi le contre-étambot & l'étambot: bien entendu que dans le fourcat & les barres d'aſſemblage, c'eſt dans l'oreiller que paſſe la cheville. Nous dirons ici une fois pour toutes que les chevilles ainſi frappées au préalable, doivent être repouſſées lorſqu'on mettra en place les pièces de liaiſon par leſquelles devront paſſer les chevilles à demeure.

Les eſtains ſont arrêtés d'abord ſur les barres par une gournable qui les traverſe, ainſi que l'extrémité de chacune.

Les contre-cornières ſont chevillées à demeure avec les eſtains & allonges de cornières, chacune par ſix chevilles frappées ſur la garde, & traverſant: la première,

la cornière, & la barre d'arcaſſe, la ſeconde, entre la barre d'arcaſſe & la liſſe d'hourdy, la cornière ſeulement; la troiſième, le pied de l'allonge & la liſſe d'hourdy; la quatrième, la tête de l'eſtain, & pareillement la liſſe d'hourdy; la cinquième, l'eſtain & la barre du pont; la ſixième, l'eſtain & la barre en deſſous de celle du pont. Ces chevilles ont pareillement 15 lignes.

La planche d'ouverture eſt clouée avec la même précaution que celles des couples.

VIII.

De quelque uſage particulier de gabarier les Barres.

Beaucoup de Conſtructeurs emploient, pour ſe procurer le gabarit des barres, au lieu de ce que nous avons appelés liſſes verticales, de faux eſtains, ſurtout lorſqu'ils font gabarier ces barres ſur liſſes. Ces faux eſtains ſont des ſections de cette partie, dont on voit les projections (*fig.* 29.): ce ſont les trois lignes ponctuées, parallèles à l'eſtain *E e*. Nous avons dit des raiſons qui doivent faire préférer la méthode que nous avons développée: au ſurplus, ſi l'on vouloit employer celle des faux eſtains, ce que nous avons expliqué, bien conçu, on n'y trouveroit aucune difficulté. PL. X.

Dans l'uſage de gabarier les barres ſur liſſes, le Conſtructeur laiſſe beaucoup trop de choſes à faire au Charpentier; il ne lui donne que les gabarits du fourcat d'ouverture, des eſtains & des liſſes de tour; la liſſe d'hourdy & le fourcat en place, on poſe deſſus ceux des eſtains; on préſente & arrête comme il faut les liſſes de tour,

au moyen des points de leurs interſections avec cette barre d'hourdy, l'étambot, le fourcat & le gabarit de l'eſtain : on ſait que ces points ſont rapportés ſur tous les gabarits & les pièces. Avec des lattes très-flexibles, on figure les faux eſtains ſur le dedans des gabarits des liſſes, dans des plans bien parallèles à ceux des eſtains. Le tracé de l'entaille des barres ſur le contre-étambot, celui de leurs extrémités ſur l'eſtain, & puis les faux eſtains, mettent à même de faire le gabarit de ces barres, & d'avoir leurs équerrages, en ſuivant les procédés qu'on emploie pour les couples de rempliſſage que nous allons expliquer dans le chapitre ſuivant du boiſage. Nous ne nous étendrons pas davantage ſur une méthode où nous trouvons trop de tâtonnements à faire ſur le chantier, qui ne peut manquer de faire perdre beaucoup de temps, & qui expoſeroit à gâter bien du bois d'une eſpèce précieuſe, ſi on avoit des Charpentiers moins habiles que ceux que les Ingénieurs mettent à la tête de la beſogne.

IX.

D'une conſtruction particulière d'Arcaſſe.

Nous ne devons pas terminer ce chapitre ſans parler d'une conſtruction particulière d'arcaſſe dont nous avons fait uſage dans notre frégate *l'Embuſcade ;* la différence principale conſiſte en ce que le bouge de la barre d'hourdy eſt en ſens contraire de celui des barres ordinaires, & eſt plus conſidérable.

L'avantage de cette conſtruction eſt d'exhauſſer ce

que l'on appelle les fesses du bâtiment. Dans toutes nos frégates, la barre d'hourdy est au-dessous du pont de la principale batterie, & d'une quantité à permettre le passage de la barre du gouvernail entr'elle & le bau : sans cela il faudroit qu'elle fût établie dans la grande chambre ou sur le gaillard, pour gouverner à barre franche, ce qui présente des inconvénients majeurs. Dans les vaisseaux elle est au-dessus de ce pont : il faut donc, si l'on veut, dans les bâtiments de bas-bord, conserver la même hauteur de façon, donner plus de plat dans la partie formée par la première allonge; ce qui d'abord cause une grande difficulté pour les mettre en différence sur la fin du chargement, quand on n'y a pas songé à l'avance; mais un mal moins sensible & cependant aisé à concevoir, c'est d'empêcher le navire de s'élever convenablement sur la lame. La hauteur du trait de la barre d'hourdy sur l'étambot, dans la construction dont il est ici question, est la même que dans les bâtiments ordinaires; mais les extrémités s'élevant, & beaucoup, au lieu de s'abaisser par le bouge, son arrière peut se façonner comme dans les vaisseaux.

Ce trait, d'ailleurs, a de l'élégance; nous pouvons le dire, parce que nous ne prétendons pas nous en approprier l'invention; elle appartient peut-être aux Anglois, et nous l'avons imité des dessins de *Chapman*.

Nous avons fait des calculs sur cette Frégate qui font partie de ce traité, ainsi que les plans; mais comme la gravure ne donne pas une exactitude rigoureuse, nous croyons devoir en placer ici le devis.

Devis d'une Frégate de 26 canons de 12.

Construction des Maîtres-Couples.

	Hauteur à partir du fond de la rablure (a) de la quille.				Demi-largeur du maître avant à chaque ordonnée.				Demi-largeur du maître-arrière à chaque ordonnée.		
Nos.	pi.	po.	li.		pi.	po.	li.		pi.	po.	li.
0 fond..	0	0	0	de la..........	0	3	6	Rablure.....	0	3	6
1......	1	0	0	....	2	2	9	....	2	1	0
2......	1	8	3	1[ere]. lisse......	3	9	4				
	1	9	0	*idem*..........	......			....	3	8	6
3......	2	0	0	....	4	8	6	....	4	7	0
4......	2	5	6	2e lisse........	6	1	0	....	6	1	0
5......	3	0	0	....	8	0	6	....	8	0	3
6......	3	6	8	3e. lisse........	9	10	0				
	3	7	$8\frac{1}{4}$	*idem*..........	......			....	9	9	0
7......	4	0	0	....	10	11	9	....	10	10	0
8......	5	0	0	....	12	8	8	....	12	7	0
9......	5	8	6	4e. lisse........	13	7	4				
	5	9	$0\frac{1}{4}$	*idem*..........	......			....	13	6	0
10......	7	0	0	....	14	10	0	....	14	9	0
11......	8	10	10	5e. lisse........	15	11	6				
	8	11	$1\frac{1}{4}$	*idem*..........	......			....	15	11	0
12......	11	6	0	....	16	11	0	....	16	10	6
13......	13	9	0	6e. lisse........	17	3	0	....	17	3	0
14......	15	6	0	....	17	3	6	....	17	3	6
15......	16	10	0	7e. lisse........	17	3	0	....	17	3	0
16......	18	3	0	....	17	0	0	....	17	0	0
17......	19	6	3	8e. lisse........	16	6	8	Arrière.....	16	6	8
18......	19	11	0	8e. lisse........	16	4	9	Avant......	16	4	9
19......	21	0	0	....	15	10	0	....	15	10	0
20......	22	3	0	9e. lisse........	15	2	0	Avant......	15	2	0
21......	22	7	0	9e. lisse........	15	0	0	Arrière.....	15	0	0
22......	23	10	0	....	14	6	3	....	14	6	3

(a) Le trait de la rablure de la quille, de l'étrave, de l'étambot & de la lisse d'hourdy, n'est ni le trait supérieur ni le trait inférieur de rablure, mais le trait de sa profondeur : au surplus, la rablure de la lisse d'hourdy n'est point creusée ; son trait marque seulement l'aboutissement des bordages de carène, & la forme particulière de la voûte.

Détermination

Détermination de plusieurs autres points, nécessaire pour le Tracé.

Lisse de Rabattue.

Arrière.	pi.	po.	l.	Avant.	pi.	po.	l.
Hauteur sur le premier couple confondu avec le maître, à partir du fond de la rablure de la quille.....	26	3	0	Hauteur sur le quatrième couple, à partir du fond de la rablure de la quille....	26	0	0
Distance de ce point à l'axe ou ligne du milieu........	13	11	6	Distance de ce point à la ligne du milieu......	13	7	6

Nota. La détermination d'une des extrémités de ces lisses de rabattue, & des neuf premières lisses sur le maître, avec la longueur de la projection de ces lisses sur le vertical, portée dans la table suivante de ces lisses, donnent le point d'interfection de chacune de ces lisses avec la ligne du milieu, prenant le point déterminé pour centre, la longueur de la lisse comme rayon, & traçant un arc sur ladite ligne du milieu.

Coltis.

	pi.	po.
Hauteur de son pied au-dessus du fond de la rablure de la quille.....................	3	4
Distance *idem* à la ligne du milieu.........	0	3

Étambot.

Distance de la rencontre de sa rablure avec celle de la quille, à la perpendiculaire.....	3	0
Hauteur prise carrément, de l'interfection de cette rablure de l'étambot avec sa perpendiculaire, à partir de la rablure de la quille...	16	3

Rablure de l'Etrave.

	Hauteur à partir de la rablure de la quille.			Diſtance à ſa perpendiculaire priſe vers l'arrière.			Diſtance à ſa perpendiculaire priſe vers l'avant.		
	pi.	po.	lig.	pi.	po.	lig.	pi.	po.	lig.
Elancement.	0	0	0 ...	15	1	6 ...	0		0 0
	2	0	0 ...	7	3	0 ...	0		0 0
	4	0	0 ...	4	11	0 ...	0		0 0
	8	0	0 ...	2	2	0 ...	0		0 0
	15	10	0 ...	0	0	0 ...	0		0 0
	24	1	6 ...	0	0	0 ...	0		10 6

Diſtributions des Couples.

	pi. po. lig.	pi. po. lig.
De la perpendiculaire de l'étambot au faux couple....................	6 6 3	9 8 3
Du faux couple au ſeptième arrière..	3 2 0	

Diſtances égales entre les ſept couples de l'arrière, entre les maîtres & un de l'arrière & de l'avant, entre les deux maîtres, entre les ſix couples de l'avant..................................	8 1 6

	pi. po. lig.	
Du 6ᵉ. avant au 7ᵉ., ou au coltis....	5 9 6	11 3 0
Du coltis à la perpendiculaire de l'étrave........................	5 5 6	

DÉTERMINATION de l'interfection du gabariage des Couples avec les Liffes, fuivant l'obliquité de ces Liffes.

PARTIE DE L'ARRIÈRE.

Du point d'interfection de la liffe avec la ligne du milieu, à la rablure de	1ere. LISSE.	2e. LISSE.	3e. LISSE.	4e. LISSE.	5e. LISSE.	6e. LISSE.	7e. LISSE.	8e. LISSE.	9e. LISSE.	10e. LISSE.
	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.
la liffe d'hourdy......	......	......	......	......	5 6 0	11 1 6				
A la jambette de voûte..	......	......	......	......	......	......	13 6 9			
A l'alonge de tableau....	......	......	......	......	......	......	......	13 7 9	13 2 0	11 9 6
A la projection de l'eftain.	......	......	3 2 0	5 1 4	8 6 6	11 9 6				
Au deuxième faux-couple.	0 5 0	0 10 6	2 4 0	4 5 6	8 9 0	12 6 6	14 11 0	14 11 0	14 6 6	13 5 0
A l'alonge de cornière....	......	......	......	......	......	......	14 4 0	14 6 9	14 4 0	13 2 0
Au faux couple.........	1 0 0	2 0 0	4 3 10	6 8 2	10 7/3	13 10 6	15 6 6	15 5 3	15 1 6	13 10 6
Au feptième couple.....	1 6 0	2 11 9	5 9 4	8 1 3	11 9 0	14 7 6	16 1 4	15 10 3	15 6 6	14 3 6
Au fixième.............	2 5 3	4 8 9	8 3 6	10 9 3	13 11 3	16 2 0	17 0 10	16 9 3	16 5 6	15 2 0
Au cinquième...........	3 2 1	5 11 4	10 0 6	12 9 0	15 7 6	17 2 9	18 1 11	17 6 0	17 2 6	15 11 0
Au quatrième...........	3 9 0	6 10 6	11 3 9	14 2 7	16 11 0	18 0 0	18 9 2	18 0 2	17 9 0	16 6 9
Au troifième...........	4 2 6	7 6 10	12 4 0	[illegible] 4 4	17 10 6	18 7 0	19 1 9	18 5 0	18 0 4	17 0 5
Au deuxième...........	4 7 0	8 1 3	13 1 0	[illegible] 2 3	18 6 0	18 10 10	19 5 3	18 8 3	18 2 3	17 4 0
Au premier.............	4 10 0	8 5 3	13 7 6	16 8 10	18 11 2	19 1 6	19 8 0	18 10 2	18 2 5	17 6 0
Au maître (*a*)...........	4 11 9	8 8 6	13 11 0	17 0 0	19 0 6	19 2 8	19 8 8	18 10 3	18 2 6	17 6 0

PARTIE DE L'AVANT.

	1ere. LISSE.	2e. LISSE.	3e. LISSE.	4e. LISSE.	5e. LISSE.	6e. LISSE.	7e. LISSE.	8e. LISSE.	9e. LISSE.	10e. LISSE.
Au feptième couple-avant.	0 7 9	1 11 6	4 1 6	5 8 2	6 9 3	8 5 2	9 8 6	9 9 6	10 0 9	11 [illegible] 3
Au fixième.............	1 11 6	3 10 10	6 9 10	8 10 3	10 3 6	12 6 0	13 9 0	13 7 6	13 2 6	12 8 2
Au cinquième...........	3 1 0	5 7 4	9 0 4	11 5 3	13 3 3	15 3 2	16 1 6	15 8 11	14 11 2	13 11 0
Au quatrième...........	3 9 3	6 7 0	10 5 9	13 2 3	14 11 8	16 5 11	17 0 3	16 2 3	15 5 4	14 3 10
Au troifième...........	4 3 0	7 3 6	11 6 0	14 5 7	16 0 7	17 0 3	17 5 3	16 6 6	15 7 0	14 4 6
Au deuxième...........	4 6 2	7 8 11	12 1 4	15 3 9	16 9 0	17 4 4	17 7 6	16 7 8	15 8 3	14 4 6
Au premier.............	4 8 9	8 0 4	12 7 3	15 10 6	17 2 9	17 6 9	17 8 10	16 7 9	15 8 4	14 4 6
Au maître-avant........	4 9 9	8 2 2	12 11 0	16 2 0	17 4 3	17 7 3	17 8 11	16 7 10	15 8 6	14 4 6

(*a*) Ces diftances du point d'interfection de la liffe avec la ligne du milieu, au maître, eft la longueur totale de la projection de la liffe fur le vertical, & fert à trouver ledit point d'interfection, ayant une des extrémités de la liffe donnée fur le maître. Voyez à ce fujet la note à la fuite de l'article des *liffes de rabattue.*

Eſtain.

		pi.	po	lig.
PLAN VERTICAL-LATITUDINAL.	Hauteur du pied de l'eſtain, de la rablure de la quille.....	10	2	0
	Diſtance du pied de l'eſtain projeté ſur le vertical-latitudinal à la ligne du milieu........	1	9	6
	Hauteur de la tête de l'eſtain, *idem*..................	17	4	0
	Diſtance *idem* à la ligne du milieu..................	10	11	6
	Nota. Ce point eſt la naiſſance des cornières.			
PLAN HORIZONTAL.	Diſtance de la tête de l'eſtain à un plan parallèle à ceux des couples, paſſant par la perpendiculaire de l'étambot..	1	1	0
	Diſtance de la ligne du milieu comme ſur le vertical......	10	11	6
	Diſtance du point de rencontre de cette projection d'eſtain, prolongée, avec la ligne du milieu, au même plan de la perpendiculaire..........	5	6	0

Liſſe d'Hourdy.

	pi.	po	lig.
Hauteur du point de rencontre de ſa rablure avec la rablure de l'étambot, à partir de la rablure de la quille, carrément..........	16	3	0

	pi.	po.	lig.
Hauteur de l'extrémité de cette rablure sur celle de la quille.....................	17	4	0
L'extrémité de la rablure se trouve dans la perpendiculaire; distance de cette extrémité à la ligne du milieu.....................	9	11	6

Nota. Ce point extrême est la naissance des jambettes tribord & babord, qui se raccordent avec la rablure de la lisse d'hourdy.

Jambettes tribord & babord.

Distance de l'autre extrémité des jambettes à la perpendiculaire de l'étambot..........	3	11	9
Hauteur à partir de la rablure de la quille...	21	4	9
Rayon..............................	10	6	0

Nota. Cette extrémité de la jambette est la naissance de l'alonge du tableau, qui a de chute 2 pi. 8 po. sur 8 pi. au courant de l'alonge.

TIRANT D'EAU...	Arrière..............	15	4	0
	Avant..............	14	0	0

Ce devis donne les points *c*, 5, *β*, 7, 8, 9, 10, (*fig.* 104.); savoir, le point *c* à 16 pi. 3 po. du dessus de la quille dans l'article de la *lisse d'hourdy;* ceux 5, *β*, 7, 8, 9, 10, dans celui de la *détermination de l'interfection du gabariage*, &c. par lesquels points vous pouvez faire passer une courbe bien suivie qui sera la projection du trait d'aboutissement de la surface intérieure des bordages à la lisse d'hourdy, aux jambettes latérales de voûte, aux alonges de tableau. PL. XXXIX.

Le point *β* est celui d'une des extrémités du tracé des

jambettes latérales de voûte, & en même temps du tracé de la lisse d'hourdy : il est noté *dans la perpendiculaire de l'étambot ;* ainsi il est déterminé de position dans la figure 106 en β.

L'autre extrémité des jambettes est déterminé dans l'article *jambettes*, ainsi que le rayon pour les tracer.

C'est en même temps celui de la naissance de l'alonge de tableau, qui, au moyen de la note sur sa chute, est facile à tracer.

Il faut projeter sur cette figure 106 le trait c, 5, β, (*fig.* 104.) de la barre d'hourdy.

La condition de ce tracé est que le trait se raccorde en β, (*fig.* 106.) avec la jambette, & vienne aboutir en c, de manière qu'une horizontale menée par ce point y soit tangente : d'ailleurs, rien que le goût ne peut le déterminer; mais il détermine sa projection sur le plan horizontal, (*fig.* 105.)

Pour cela, & pour d'autres procédés dont il va être question, abaissez sur la ligne du dessus de la quille la perpendiculaire β 4, (*fig.* 104.); divisez sa distance à la ligne du milieu en quatre parties égales, & par les points de division 3, 2, 1, menez-y les parallèles 33′, 22′, 11′; reportez les hauteurs au-dessus de la quille des points 3′, 2′, 1′, sur la projection fig. 106, en 3′, 2′, 1′.

Projetez les quatre lisses verticales longitudinales 4 β, (*fig.* 104.) 33′, 22′, 11′, sur le plan horizontal *fig.* 105, en 4′ β, 3″3′, 2″2′, 1″1′, & la distance de c, (*fig.* 106.) 1′, 2′, 3″, β, à la projection d'une section verticale latitudinale, donnera le point c, (*fig.* 105.) 1′, 2′, 3″, β, par lesquels passera la projection du trait de la barre d'hourdy.

On aura auſſi le trait des jambettes latérales ſur ce plan horizontal, ainſi que celui des alonges de tableau, par les hauteurs de leur interſection avec les liſſes 7ᵉ., 8ᵉ., 9ᵉ. & 10ᵉ., (*fig.* 104.), reportés ſur la figure 106, en 7, 8, 9, 10; ce qui en donne la diſtance à un plan vertical-latitudinal : quant aux ouvertures ou largeurs, on les trouve dans la figure 104.

Il faut que le trait des jambettes ſe raccorde avec celui de la barre d'hourdy par une courbure bien ſuivie. La courbure des alonges de tableau doit auſſi être bien conduite. Mais il eſt à remarquer que la ſurface courbe de la voûte faiſant un angle avec la ſurface du tableau, cet angle peut ſe faire ſentir dans la projection du ſyſtème. Pour le déterminer de poſition, reportez-en la hauteur, priſe ſur la figure 106, ſur la figure 104, en *v*; cela donnera une largeur qui, en concourant avec la diſtance à un plan vertical-latitudinal, priſe dans la figure 106, détermineroit le ſommet dudit angle ſur la figure 105.

Quant à la projection du ſyſtème ſur le plan vertical-latitudinal, elle peut être, & eſt effectivement, comme nous l'avons déjà dit, bien ſuivie.

Maintenant il faut nous occuper du travail des pièces.

1°. *De la Barre d'Hourdy.*

Faites une projection *ABCD*, fig. 104, d'une pièce qui y puiſſe convenir, dont l'extrémité du trait du deſſous aboutiſſe à la tête *B* de la projection de l'eſtain : elle doit avoir environ un pied ſur le tour, pris parallèlement à *DC*, & non normalement; on lui laiſſera 16 pouces ſur le droit,

quoiqu'il n'y ait que 13 pouces de la tête de l'eſtain à la face arrière de la pièce, parce que cela donnera la facilité d'adapter cette partie ſupérieure de l'eſtain à l'extrémité de la liſſe, qu'elle ne toucheroit ſans cela qu'en un point; une alonge d'écubier peut fournir ladite pièce; faites-en le gabarit *ABCD*, (*fig.* 107.), ſur lequel vous la travaillerez.

Ce gabarit & tous les autres ſont tracés en plein; ils ne le feront dans la pratique que ſuivant le trait eſſentiel, notant les largeurs à différents points, & les terminant par des planchettes, déterminant l'équerrage & les largeurs aux extrémités : par exemple ici, il ſera travaillé ſelon *B C*, & les planchettes ſeront placées ſelon *AB*, *Dc*, & de la longueur de ces lignes. Voilà le premier trait.

Pour avoir le ſecond, il faut faire le gabarit du deſſous de la barre : dans le vrai, c'eſt le gabarit au trait *B β c*, (*fig.* 104. & 107.) d'aboutiſſement des bordages de carène qu'il faudroit ſe procurer; mais il ſe préſenteroit, pour travailler immédiatement d'après ce gabarit, des difficultés au-deſſus du léger inconvénient de la méthode que nous preſcrivons, qui donne le trait exactement; ce feroit une ſubtilité d'avoir égard à cet inconvénient dont tout-à-l'heure nous dirons un mot : on le néglige dans les conſtructions ordinaires. Ce gabarit du deſſous de la barre eſt le développement *A B β' 3' 2' 1' C D*, *fig.* 109., ſelon *B C*, *fig.* 104. de la projection horizontale *AB β 3' 2' 1' C D*, *fig.* 105. Ce gabarit, *fig.* 109., eſt auſſi repréſenté dans la figure 108, avec cette différence que le trapèze *AB β IV* de celle-ci a moins de hauteur ſelon *A IV*, que dans la figure 109, parce que

A

A IV, *fig.* 107, dont elle eſt le développement, eſt plus courte que *B β :* ce ſera le gabarit du deſſus de la barre. L'un & l'aurre doivent être aſſez flexibles pour s'appliquer exactement ſelon la courbure de la pièce. Vous la travaillez ſelon ces gabarirs, & vous en avez le ſecond trait. Ces développemens ſe prennent mécaniquement, conſidérant les courbes comme périmètre de polygones de côtés très-petits, par exemple de 6 po. ou un pied. Avec le trait de la projection *A B β* 3′ 2′ 1′ *C D*, (*fig.* 105.), vous avez celui de la développée, en employant les mêmes ordonnées, mais à des abſciſſes dans le rapport de la ligne droite ou la corde de la développée, à ladite développée.

Ces deux gabarits ne ſont que des épures auxiliaires, pour avoir le trait de la ſection dont *B β c* (*fig.* 104. & 107.) eſt la projection. Le gabarit au vrai du deſſous de la barre, eſt la figure 111; nous dirons tout-à-l'heure comme on ſe le procure. Quanr à celui du deſſus, il manquetoir du bois pour l'employer : voilà la difficulré que l'on pourroit ſe faire, mais qui n'eſt pas fondée, parce que ce bois ſe retrouve dans la liſſe exrérieure qui recouvre le pied des jambettes, au moyen d'une légère entaille du déficit de la pièce.

On trace de nouveau, ſur le deſſous de la pièce, le trait qui donne le gabarir *fig.* 111, comme on le voit ſur le gabarit de ladite pièce, (*fig.* 109.)

Il n'y a rien à faire à la face avant de cette pièce.

Vous en tracez la face arrière ſuivant le gabarit *fig.* 110, de manière à avoir *β c*, *fig.* 104. & 107., & vous faites la projection *B β*, de *B β*, (*fig.* 105. & 109.) : au point *B*, (*fig.* 104. & 105.), ſe rencontre le point *B*, *fig.* 111.

Il ne reste qu'à abattre le bois entre le trait *B* β' 3 2 1 *C* du dessous de la barre, représenté sur le gabarit, *fig.* 109., & provenant du gabarit, (*fig.* 111.), & celui *B* β.*c*, *fig.* 104. & 107., & vous aurez la face de la barre sur laquelle s'applique l'about des bordages de carène.

β, *fig.* 104. & 107., est l'angle curviligne *B* β 3', *fig.* 105; mais en β, *fig.* 111, on doit rondir, parce que déjà là se fait sentir la différence de la surface de la carène, qui n'offre point d'angle, à la surface des œuvres mortes, où l'on voit l'angle de la voûte & du tableau, avec les murailles.

Les œuvres vives peuvent être considérées comme un système d'une infinité de plans horizontaux, subterposés à celui *AB* β 3' 2' 1' *CD*, *fig.* 105., prolongés dans toute l'étendue de la Frégate; & le point *B*, comme le sommet d'un cône ou pyramide curviligne, ayant pour axe une certaine courbe, & dont le périmètre de ses sections horizontales élémentaires se raccorderoient avec la courbure du reste de la carène.

Il nous reste à dire comme on a opéré pour avoir le tracé du gabarit, *fig.* 111. Au moyen des hauteurs des points de rencontre des lisses verticales-longitudinales, avec les coupes verticales-latitudinales, relevées dans la figure 104, & de leurs points d'aboutissement β 3' 2' 1' *c*, (*fig.* 106.), on a fait le tracé desdites lisses verticales que l'on voit dans cette figure 106; on a relevé ensuite la hauteur des points de rencontre *C* 1 2 3 β' *B*, *fig.* 104 de la projection du dessous de la barre d'hourdy, que l'on a rapporté en *C* 1 2 3 β' *B*, *fig.* 106, sur la projection des lisses verticales. Ce procédé donne le moyen

d'avoir les points *C* 1 2 3 $\beta' B$, *fig.* 105, qui détermine le trait de la projection du dessous de la barre, & d'en faire le développement, *fig.* 111. Pour prononcer avec quelque exactitude le contour en β', *fig.* 105 & 106, on employera la hauteur du point de rencontre β'', *fig.* 104 de la 6e. lisse, avec le dessous de la barre; on la rapportera en β'', *fig.* 106, sur la projection de cette 6e. lisse β 6; ce qui donnera la distance de ce point à un plan vertical-latitudinal : la faisant concourir avec la distance de β'', *fig.* 104, à la ligne du milieu, on aura β'', *fig.* 105; cela paroît suffire : mais pour satisfaire à quelque scrupule géométrique, on pourroit tracer une fausse lisse, soit oblique, soit verticale, près, & de l'autre côté de β.

2°. *Des Jambettes latérales de Voûtes.*

Faites la projection *a b c d* (*fig.* 104.) de la pièce qui y peut convenir, ayant 10 po. sur le tour & 10 po. sur le droit. Il faut qu'elle dépasse de quelques pouces le point β, pour la raison que l'on verra; elle doit dépasser aussi le plus qu'il se pourra l'angle de la voûte & du tableau, pour commencer & écarver l'alonge de ce dernier : cette pièce peut se trouver dans un bois tors de la 4e. espèce.

Pour avoir le tracé au vrai de la surface plane de cette pièce, reportez-en la projection & celle de la barre d'hourdy, prises dans la figure 104, dans la figure 112, ainsi que la projection du trait de rablure, ou plutôt d'aboutissement de bordage; menez sur ce dessin la ligne droite *v V* de la partie supérieure de la voûte, où se forme son angle avec le tableau, dont la hauteur se prend dans

la figure 106 : c'eſt l'angle *V*, duquel il faut mener la corde de l'arc de la voûte *V β*. Partagez la diſtance verticale de la ligne droite de la partie ſupérieure de la voûte avec celle de ſa partie inférieure, ou de la ligne droite de ſa barre d'hourdy, en quatre parties égales; par les points de diviſions, menez les ordonnées oo o'o' o''o'', (*fig.* 112.); menez auſſi la corde *h V'* de l'arc de la voûte, ſuivant ſon obliquité. Du point *h* pris pour centre, tracez des arcs de cercle ayant pour rayon les parties de la corde, compriſes entre ce point *h* & ceux de ſa rencontre avec les ordonnées. Cette opération donnera ſur la ligne du milieu les points *O O' O''*, par leſquels vous menerez des parallèles aux premières ordonnées, ſur leſquelles parallèles vous porterez les longueurs deſdites ordonnées chacune à chacune, & vous aurez les ordonnées *OO O'O' O''O''* du premier trait de la pièce au vrai. On voit aſſez comme il faut ſe procurer les traits intérieur, des abouts, & celui d'aboutiſſement de bordage. Le trait du pourtour fournira un gabarit ſur lequel on travaillera la pièce à 10 pouces d'épaiſſeur; il faut rapporter ſur ce gabarit le trait des lignes droites de la barre d'hourdy, & de l'angle que fait la voûte avec le tableau; ſur le premier *h β* prolongé, tourne la pièce pour parvenir à l'obliquité qu'exige l'inclinaiſon de la projection de la corde de la voûte *V β*, (*fig.* 106.), avec un plan horizontal : elle a été trouvée de 45° 44' 10'' : le pied de la jambette ſera donc travaillé ſuivant ce trait (*a*), d'une ouverture d'angle de 134° 15' 50'', ſupplément de celui 45° 44' 10''; une branche de l'équerre

(*a*) On peut remarquer ici la raiſon pour laquelle la pièce doit dépaſſer de quelques pouces le point *β* (*fig.* 104), comme il a été dit au commencement de ce paragraphe.

dans le plan de la lisse verticale, l'autre dans un plan vertical-longitudinal, la partie de l'entaille de la barre d'hourdy dans laquelle il doit être reçu, & sur laquelle il doit porter, étant travaillée horizontalement.

De l'ouverture de l'angle $TV\beta$, *fig.* 106, & suivant le trait tv', (*fig.* 112.), sera travaillé l'angle plan de la pièce, pour donner ce qu'elle peut fournir de l'alonge du tableau.

On rapportera aussi sur le gabarit la verticale $\beta 4$, suivant laquelle la pièce sera travaillée carrément, l'entaille de la barre d'hourdy étant aussi verticale & au carré de sa ligne droite.

Rapportez la hauteur du point r de rencontre de la projection du trait intérieur de la pièce avec la verticale $\beta 4$ au-dessus de la ligne droite de la barre d'hourdy, ou βr, en re, (*fig.* 106.), bien verticalement, elle donnera en même temps la profondeur de l'entaille de la barre d'hourdy, & la dernière section du pied de la pièce au premier trait.

Reste à la travailler suivant son ceintre, ou la courbure de la chute de la voûte sur l'arrière; ce qui se fait aux dépens de la pièce, & d'équerrage suivant son trait d'aboutissement de bordage.

Commençons par sa courbure, faisons sur $\beta 4$, (*fig.* 112.), qui n'est autre chose que la corde βV, (*fig.* 106.), l'arc de cercle, projection de cette courbure, au moyen du rayon 10 pi. 6 po. qui en est donné dans le devis; remarquons bien que cet arc de cercle n'est qu'une projection, que la courbure doit être différente dans le développement.

Faisons le développement mn (*fig.* 113.) du trait extérieur mn de la pièce (*fig.* 112.), employant une fort petite ouverture de compas, pour que les parties soient

bien fenfiblement droites. β (*fig.* 113.) eft la projection du trait fur lequel la pièce tourne, par conféquent l'origine de la courbure; les ordonnées de l'arc de cercle font fur β 4 (*fig.* 112.), prife pour abfciffe à des diftances égales: ces diftances dans le développement, font données par les développemens de $\omega O\ OO'\ O'O''\ O''t$; portons-les fur le développement βt (*fig.* 113.) en $o\,o'\,o''$; menons les lignes $Oo\ O'o'\ O''o''$; fur ces lignes portons les ordonnées de l'arc de cercle, prifes dans le figure 112, chacune à chacune; elles détermineront la courbure cherchée. Les traits βp & tT (*fig.* 113) font ceux du pied de la pièce & de l'origine du tableau que nous avons déterminé de pofition.

Ce gabarit (*fig.* 113.) doit être fait avec une planche affez flexible pour s'appliquer fans peine fur le contour extérieur de la pièce; on la coche à la profondeur néceffaire, & fuivant le trait des ordonnées $OO\ O'O'\ O''O''$, (*fig.* 112.), dont la prolongation a dû être rapportée fur cette pièce; & mettant le bois à bas fuivant ces coches, on a la courbure cherchée. En cochant, il faudra conferver des repaires pour pouvoir reporter fur la partie devenue courbe, le trait d'aboutiffement des bordages qui avoit été tracé fur la partie plane.

Finiffons par travailler la pièce d'équerrage: rapportant la profondeur de l'entaille βe (*fig.* 106.) en βe (*fig.* 105.), on aura le premier équerrage ou celui du pied $c\beta r$, & la figure de ce pied fera exactement $\beta e r$.

La 7[e]. liffe donnera un fecond équerrage $c'\,7\,r'$; la diftance du fommet de l'angle 7 à un plan vertical-latitudinal, donne le moyen de le déterminer de hauteur

en 7 (*fig.* 106.), & cette hauteur à le déterminer fur la pièce en 7 (*fig.* 112.): il doit être pris dans un plan horizontal comme celui du pied ; c'eft-à-dire, en tenant la branche de l'équerre fur la furface de l'arrière, dans une parallèle aux ordonnées *o o o'o'*, &c. parce que la liffe eft tracée au carré, & non fuivant fon obliquité.

Il en fera de même de la liffe 8 qui donnera l'équerrage *c'' 8 r''* (*fig.* 105.); c'eft-à-dire en *V* (*fig.* 106), & *t v'* (*fig.* 112.), ou à très-peu près.

On pourroit les médiocrer : mais ils font affez proches pour que cela ne foit pas rigoureufement néceffaire.

Ces feules pièces, la barre d'hourdy & les jambettes latérales exigeoient cette explication ; les barres, eftains, alonges de cornières, fe travaillent comme il a été enfeigné dans les premiers articles de ce chapitre ; & le tout s'affemble fur l'eftain de la même manière.

CHAPITRE IV.

Du Travail du Boifage.

Nous avons défini ce boifage dans le premier Tome ; il faut maintenant, pour les Elèves des conftructions & autres perfonnes qui veulent pratiquer, en décrire le travail, commençant par les alonges d'écubiers, continuant par ce qui concerne les couples de rempliffage, finiffant par le boifage entre le 7 arrière & l'arcaffe, fur celui duquel nous nous fommes fuffifamment étendus.

I.

Du Travail des Alonges d'Ecubiers & Apôtres, ou du Boifage en avant du Coltis.

Le gabariage du 7 avant ou coltis, eft à une diftance

de 7 pi. 6 po. 6 lig. de la perpendiculaire de l'étrave; mais celle abſolue qui ſe trouve entre le plan de la face avant de ce couple & le trait de la rablure, à la liſſe du fort, eſt au plus de 6 pi. : cependant cela donneroit au courant de la liſſe une longueur de près de 12 pi. à garnir avec des alonges d'écubiers; & comme cette ſorte de boiſage a plus d'un inconvénient, cela détermine ſouvent à mettre un couple de rempliſſage ſur l'avant du coltis : c'eſt ce que l'on a fait pour le vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons.

Ses pièces ſe travaillent & ſe mettent en place ſéparément, ainſi que celle des autres couples de rempliſſage dont nous parlerons bientôt; nous nous arrêtons ſeulement ici ſur ce qui concerne le talon; il porte comme le couple 7, (*Voyez pag.* 24 *du Tome I*), ſur des adents travaillés dans la contre-étrave; c'eſt pourquoi, ayant déterminé 16 po. de diſtance de la face avant du couple 7 au gabariage de ce nouveau couple, ſavoir, 4 po. pour la maille, & un pied pour les pièces ſur le droit; (on donne communément un peu moins de maille & un peu moins de points, à cauſe du grand équerrage, dans cette partie) : ayant déterminé ces 16 pouces, dis-je, on les porte carrément à ce couple 7 de ſa face avant, à la partie concave de la contre-étrave; ce qui donne un certain point *g* (*fig.* 33.), par lequel, menant la parallèle *gp* au coltis ou autre couple, on a ſur l'étrave le lieu du gabariage de ce couple de boiſage; du point *g* on mène à la quille, la parallèle *go* d'un pied; & c'eſt ſuivant ce trait que l'on travaille l'adent ſur lequel doit repoſer l'oreiller du couple; on porte 4 pouces pareillement du 7 à

à la contre-étrave, & cette opération détermine un point *a* par lequel, menant la parallèle $a\gamma$ jusqu'au gabariage *gp*, on a l'adent qui doit recevoir le talon du fourcat.

Ce talon ne peut être à tenon, comme nous avons dit que doivent être travaillés les fourcats ; mais on y pratique des oreilles qui se prolongent jusqu'à la rencontre de la face latérale de l'étrave ou la contre-étrave, par le gabariage du couple, & par la sorte de gabariage de ses parties antérieures & postérieures ; ces courbes suivies d'après la figure que prend la rablure dans le sens vertical, selon ce qui a été dit au chapitre II de la 2e. section de la première Partie. Ces oreilles sont reçues à ce trait de rencontre dans des épaulettes, comme pour tout assemblage à margouillet. (*Voyez page 22 du premier Tome.*)

La forme de la pince du Bâtiment fait que ledit trait de rencontre s'y éloigne très-sensiblement de celui de la rablure. Pour prendre une idée de cet effet, jetez les yeux sur la *fig.* 24 ; vous verrez que la ligne d'eau inférieure, pour figurer la rablure, coupe en *x* la face latérale de l'étrave ou de la contr'étrave à une distance de 3 pi. 7 po. du 7e. avant ; rapportez ce point dans la *fig.* 33 sur la pareille ligne d'eau *l* 7, de 7 en *x* ; & *x f* est sur cette ligne d'eau, la distance du trait de la rablure à la rencontre de la ligne d'eau avec la surface latérale de l'étrave ou la contr'étrave. Cette observation fait voir comment on a pu marquer le trait *i x* sur ledit plan (*fig.* 33.). Mais dans la nature, sur le bâtiment, les lisses le donnent puisqu'on ne peut les ranger au fond de la rablure où elles aboutissent, sans la travailler à la demande de ces lisses. Si les lignes d'eau peuvent également remplir cet objet, c'est

PL. VI. PL. XI.

que dans les plans elles font cenfées fur la membrure ainfi que les liffes, & non fur le bordage comme fembleroit l'indiquer le nom qu'on leur donne. Quoi qu'il en foit, cette façon de travailler fur liffes des rablures déjà travaillées fans raifon, n'eft pas favante, fait bien perdre du temps & quelquefois du bois. Il faut enfin en venir à la méthode que nous avons enfeignée.

Les oreilles en queftion vues latéralement, ont donc une figure projetée en *goπp* pour la partie de l'avant du couple, & *αϱpP* pour fa partie de l'arrière. Vues de l'avanr, on aura leur projection dans la *fig.* 34 en *ogϱp* pour la partie antérieure, & *cdιϱ* pour l'autre. Elles fe terminent, nous le répétons, dans une épaulette que la petiteffe du deffin n'a pas permis de faire fentir.

L'oreiller, à ce couple, ne peut avoir affez de hauteur pour fournir entièrement à l'oreille; mais on fupplée à fon défaut au moyen d'une fourure.

Le fept, les rempliffages entre le fept & le fix, & affez généralement tous les couples de l'avant, ont de femblables oreilles.

C'eft entre ce couple de boifage en avant du 7 & l'étrave, que l'on place les allonges d'écubiers ; celles de l'avant que l'on appelle autrement apôtres, s'appliquent ftribord & babord fur la partie *ehmπ* (*fig.* 33.) de la face latérale de l'étrave ou contr'étrave fuivant le trait *ix* que le procédé dont nous venons de parler a procuré ; on voit que la contr'étrave les dépaffe de quelques pouces vers le dedans du vaiffeau.

Les allonges d'écubiers de chaque bord, attenant le couple de boifage en avant du 7, s'appliquent fur la face

e h m p (*fig.* 34.); *e h m π* (*fig.* 33.) & *e h m p* (*fig.* 34.) ſont développées dans la (*fig* 35.); c'eſt-à-dire, qu'en la ſuppoſant pliée ſelon la ligne *A p*, de manière que les plans où giſent ces deux parties faſſent un angle de 90 degrés, on a exactement dans leur poſition les deux ſurfaces *e h m p* & *e H M p* qui bornent le quartier de boiſage à remplir par les allonges d'écubiers : ces ſurfaces ſont donc les gabarits de celles extrêmes. Les équerrages en ſont pris au moyen des liſſes. Par exemple, à la ſeptième ſelon les angles *E Q A*, *e q a* (*fig.* 36 projection de ce boiſage ſur une projection horizontale des liſſes) : aux autres liſſes de même. Il faut diviſer l'eſpace *Q q* en un certain nombre de parties ſuivant la nature des bois ſur leſquels on peut compter. Ordinairement en 6 ou 7 : ce ſera autant d'allonges, & tirant des lignes à tous les points de diviſion d'un point *c*, comme centre, on aura leur projection ſur ce plan horizontal.

Il y a une obſervation à faire dans cette diviſion ; c'eſt que le beaupré, qui repoſe ſur l'étrave, eſt contenu dans une eſpèce de fourche *B F fig.* 34, formée par les allonges voiſines de ce mât ; comme il a 33 po. $\frac{1}{2}$ de diamètre, tandis que l'étrave n'a que 15 po. ſur le droit, il faut prendre pour faire ſa place, 9 po. 3 lig. de chaque bord dans les allonges d'écubiers ; c'eſt pourquoi celles attenantes de l'étrave ne doivent être que des eſpèces de garnitures ou languettes de 6 à 7 po., au moyen de quoi l'allonge ſuivante demeure dans preſque toute ſa force.

Après avoir fait les diviſions ſur une des liſſes, il faut les rapporter ſur les autres liſſes, de manière qu'elles ſoient toutes pour chaque gabariage, dans un même plan ;

c'eſt ce qu'opèrent les rayons *C E C ε*, &c. (*fig.* 36.) ; mais ſi l'on veut procéder ſur le vaiſſeau même, en ſuppoſant le développement (*fig.* 35.) plié à angle droit comme nous l'avons dit, on peut tendre une ligne ſelon *Ap* (*a*) au moyen de laquelle bornoyant un des points de la liſſe diviſée, vous en faites porter (des points) ſur toutes les autres liſſes, de manière que la ligne en intercepte auſſi la vue ; pour celà l'œil à cette ligne de façon qu'elle cache le point de diviſion, on place un homme actif à portée de la liſſe que l'on veut ſemblablement diviſer, un morceau de craie aux doigts ; il le poſe ſur la liſſe où il juge qu'il doit marquer ſon point, & s'il ne rencontre pas juſte tout de ſuite, comme cela eſt apparent, l'obſervateur lui fait un ſigne de la main vers la droite ou vers la gauche, ſelon le côté où il s'écarte, & avec plus ou moins d'amplitude ſuivant que l'écart eſt plus au moins conſidérable ; & par un geſte approbatif de la même main, il lui indique de marquer, lorſque cela lui ſemble convenable ; ſi, malgré cela, le Charpentier n'ayant pas parfaitement ſaiſi le commandement, le point ne ſe trouve point intercepté par la ligne, on l'efface pour le placer plus exactement. Faiſant de même à toutes ſes liſſes pour tous les points de diviſion marqués ſur la première, on a le gabariage de toutes les allonges d'écubiers. La partie des liſſes entre chaque point, telle que E ε (*fig.* 36.), en donne la largeur extérieure, à la hauteur de chacune de ces liſſes qu'il faut rapporter ſur le gabarit.

(*a*) On conçoit que cette ligne eſt une prolongation de *e p* (*fig.* 34 & 35.), ou *e ϖ* (*fig.* 33.), & qu'elle arraſeroit la face de la planche d'ouverture du côté du gabariage, à une diſtance de 7 po. ½ du trait du milieu de cette planche.

Les angles tels que *d f c*, *f E ɩ* en font l'équerrage, qu'il eſt bon d'avoir pour l'arrière & pour l'avant de la pièce; ainſi, pour l'allonge voiſine du couple, il convient de prendre les équerrages *A Q E* & *f E Q*; & de même aux autres liſſes. Pour avoir ces équerrages ſur le bâtiment, il n'y a qu'à tendre horizontalement aux points de diviſion *E ɩ*, &c. *e*, des lignes de celle *A p* (*fig.* 35.) dont nous avons parlé plus haut, de laquelle *C* (*fig.* 36.) eſt la projection; il n'y a qu'à tendre, dis-je, des lignes repréſentées par *C E*, *C ɩ*, &c. *C e*: mettant une branche de l'équerre auſſi horizontalement (*a*) le long de la liſſe, l'autre le long de la ligne, par exemple, ſelon *Q E* & *E f*, on a l'équerrage. Quoique la liſſe ne ſoit pas dans un plan horizontal, on trouvera cependant le trait horizontal dans ſa largeur pour une épaiſſeur comme celle de l'allonge.

Ayant les largeurs ſur le droit extérieurement & les équerrages de l'avant & de l'arrière des pièces, il ne faut qu'avoir les largeurs ſur le tour pour avoir celles ſur le droit intérieurement.

Pour ſe procurer les largeurs des allonges ſur le tour, il faut d'abord déterminer celle de la tête de chacune; afin d'y parvenir, on fait l'opération que nous avons appelée médiocret; c'eſt-à-dire, qu'ayant ſept allonges, on ajoute les largeurs *q ɩ* de celle touchant l'étrave, & *A Q* de celle attenant le couple, & on prend la moitié de leur ſomme, ce qui donne la largeur ſur le tour de la

(*a*) Dans cette manière de parler, on ſuppoſe la quille dans un plan horizontal: ce ſera toujours de même.

quatrième : on ajoute cette largeur trouvée encore, à la largeur AQ; & en prenant la moitié de la somme, on a la largeur en ε : fE est semblablement la moitié de la somme de la largeur en ε, & de celle AQ : on opère de même en avant de la quatrième ; ensuite on médiocre pareillement pour avoir la largeur au pied. Toutes les allonges se rendent au trait ep (*fig.* 35.) ; mais les largeurs au carré de celles de l'étrave & du couple, étant eE & eC, c'est de ces deux quantités qu'on se sert pour faire son opération, comme on l'a fait pour la tête. Enfin, ayant les largeurs sur le tour de chaque allonge, à la tête & au pied, on médiocre encore pour avoir des largeurs intermédiaires. Toutes ces opérations ne donnent que des *à-peu-près*, ne fût-ce que parce que qe est moindre que QE, $E\varepsilon$, &c. ce qui altère les moyennes données par l'opération ; mais ces *à-peu-près* sont suffisans, car on laisse plus de bois qu'il n'en faudroit, & on perfectionne ensuite l'ouvrage à la hache & à l'herminette. On ne se donne même pas toujours tous les soins que nous indiquons ici.

En voilà assez pour donner une idée nette de l'appareillage de cette partie de la charpente du vaisseau ; ces allonges d'écubiers sont d'ailleurs projetées dans les figures 33, 34 & 36 ; elles se terminent toutes au trait $e\pi$ (*fig.* 33.), ep (*fig.* 34 & 35.). Quelques personnes ont critiqué cette terminaison en coin, comme devant procurer peu de solidité ; mais il faut remarquer que les pièces ne portent pas sur cette partie angulaire : ce trait ep est vertical. Je vois, au contraire, qu'elles font l'effet des claveaux ou voussoirs dans le sens des plus grands efforts auxquels elles sont exposées : dans celui de leur pesanteur,

étant travaillées en coins de haut en bas, & faisant ainsi force les unes sur les autres, sans porter sur leur arête commune *ep* : dans celui de l'impulsion de l'eau de dehors en dedans, étant pareillement travaillées en coins émoussés ou tronqués selon la direction de cette puissance. Il nous reste à parler de quelques particularités de pratique qui les concernent, & de leur chevillage.

Les allonges d'écubiers travaillées en coins, venant à rien à leur extrémité inférieure, une seule peut fournir le pied de plusieurs qui reposent alors sur différents adents : par exemple, celle $A\alpha$ (*fig.* 33. & 34.) peut donner toute la largeur nécessaire pour remplir jusqu'au couple à sa hauteur α; alors on y pratique l'adent $\alpha\ \beta$ qui reçoit le pied de l'allonge suivante $D\delta$, laquelle fournissant assez de bois en δ, on y travaille l'adent $\delta\iota$ pour y recevoir celle qui touche le couple : la languette $L\lambda$ peut pareillement porter sur un adent de l'apôtre en λ.

On juge que le défaut de circulation d'air, le contact immédiat des bois, sont une des principales causes de leur prompte pourriture; c'est ce qui engage aujourd'hui à laisser des jours d'un couple de pouces entre les allonges d'écubiers; alors le plein bois ne se trouve qu'aux endroits où passent les chevilles : ces jours quelquefois se travaillent dans les pièces; d'autres fois, pour épargner le bois, on ne les obtient qu'en mettant des cales entre elles.

Les apôtres sont chevillés ensemble, & avec l'étrave, par trois ou quatre chevilles qui, frappées d'un bord, traversant l'apôtre, la languette, l'étrave, ainsi que la languette & l'apôtre de l'autre bord, y sont rivées sur

virole : elles ſont chaſſées à contre, c'eſt-à-dire que l'une entre d'un côté, l'autre du côté oppoſé, la troiſième comme la première, &c. Chacune des autres allonges ſont chevillées par quatre ou cinq goujons carrés, tels que ceux de la membrure avec celle contiguë qu'ils pénètrent, en ſorte qu'il ſe trouve 8 à 9 goujons dans chaque pièce d'allonge.

II.

Du Travail du boiſage entre les couples de levée.

SUIVANT le devis de charpentage, quatrième Section de la première Partie, il doit y avoir dans notre vaiſſeau trois couples de boiſage ou de rempliſſage dans chaque intervalle des couples de levée, même quatre dans celui entre les deux maîtres, qui eſt le plus grand; il eſt de 10 pi. 1 po. entre le gabariage des autres levées : il faut partager cette quantité en quatre parties égales, pour avoir trois points de diviſions ſur la quille, qui y déterminent le lieu du gabariage des rempliſſages. Pour les deux maîtres, on diviſe en cinq parties les 12 pieds qui ſe trouvent entr'eux. On a donc pour les couples de levées ordinaires, quatre parties de 2 pi. 6 po. 3 li. (quart de 10 pi. 1 po.) à porter ſur la quille & carrément ſur les liſſes d'un gabariage à l'autre.

Pour la quille, l'épaiſſeur de la varangue étant de 13 po., il n'y a d'abord que 1 pi. 5 po. 3 li. à prendre de la face du droit de cette varangue; ainſi, ayant l'eſpace 3 4,
PL. XXIV. (*fig.* 62'.), entre les couples 3 & 4, à diviſer, on porte de *d*, dehors de la varangue, en *r''*, 1 pi. 5 po. 3 li.; de

de r en r', 2 pi. 6 po. 3 li.; de r' en r'', encore 2 pi. 6 po. 3 li.: & il doit ſe trouver de r'' en d', 1 pi. 5 po. 3 li., qui, avec les 13 po. de varangue d' 4, font la quatrième partie, 2 pi. 6 po. 3 li.

Il y a quelque attention de plus à avoir pour marquer les diviſions ſur les liſſes, à cauſe de leur courbure; ayant par exemple la partie de la liſſe première entre les couples 3 & 4 à diviſer, il faut poſer la règle ou meſure d'abord de 1 pi. 5 po. 3 li. carrément ou perpendiculairement à la ſurface plane du couple, comme on le voit dans les projections verticales, longitudinales & horizontales (*fig.* 62' & 63'.) de D en R: cela donne ſur cette liſſe un certain point R, marqué D ſur le plan (*fig.* 61'.), où il eſt la projection de la règle ou meſure DR (*fig.* 62'. & 63'.): enſuite on porte, de même carrément, la meſure $D'R'$ de 2 pi. 6 po. 3 li. de plus, c'eſt-à-dire, de 3 pi. 11 po. 6 li.; enfin on règle le troiſième point de diviſion avec la meſure $D''R''$ de 6 pi. 5 po. 9 li. On voit ces points de diviſion R' & R'' marqués par les lettres D' & D'' dans la figure 61: le point D''', toujours projection de la règle, fait voir qu'elle ne peut porter carrément ſur la ſurface plane du couple, parce que la diminution de largeur du vaiſſeau en cet endroit, eſt d'une quantité plus grande que celle de la largeur xy du couple ſur le tour: ainſi le bout de la meſure oppoſé à celui de la liſſe, ſe trouve en dedans de ce couple; c'eſt pourquoi on tend la ligne Ll d'un bord à l'autre ſur la face du couple à une hauteur convenable, d'où l'on prend la diſtance 6 pi. 5 po. 6 li. (*a*). La diviſion qu'elle donnera doit ſe trouver

(*a*) Il ſeroit plus ſimple d'appliquer un bout de planche bien dreſſée ſur la ſurface plane du couple, & qui dépaſſât en dedans ſuffiſamment pour recevoir

à une diſtance de 1 pi. 5 po. 3 li. de la ſurface plane du couple 4; laquelle ajoutée aux 6 pi. 5 po. 9 li., 13 po. de l'épaiſſeur de la membrure du couple 3, & 13 po. du couple 4, donnent 10 pi. 1 po. de l'intervalle entre les gabariages des couples.

On a, en ſuivant ce procédé, les points de diviſion des gabariages des couples de rempliſſage ſur toutes les liſſes.

C'eſt ſur ces liſſes qu'on doit gabarier ou faire les gabarits du boiſage : mais comme l'intervalle entr'elles eſt trop grand pour procurer ſuffiſamment de points, on le garnit de pluſieurs lattes λ λ (*fig.* 61'., 62'., 63'.), qui s'appliquent ſur pluſieurs couples de l'avant & de l'arrière de ceux entre leſquels on opère pour y procurer une courbure bien informe. On marque les diviſions ſur ces lattes, en ſuivant la méthode qu'on a employée pour les liſſes.

Pour faire les gabarits des couples de boiſage, par exemple celui de la varangue du rempliſſage voiſin du couple 3, entre cette levée & le couple 4, il faut employer un moyen analogue à celui dont on ſe ſert à la ſalle des gabarits. On poſe la planche du gabarit *P p* (*fig.* 61'.) de can ſur les liſſes & lattes qui doivent croiſer cette varangue, aux points de diviſion qui appartiennent à ſon gabariage ; elles ſe trouvent porter ſur les points *D* & *d*; on cherche la liſſe ou latte dont le point de diviſion en eſt le plus éloigné ; c'eſt celui *a* : on prend avec un compas la diſtance *a b* de ce point au can de la planche ; on porte cette diſtance de tous les points *D c d e*, bien carrément ſur cette planche, *δ' c' d' e'*: par tous ces points on fait paſſer un trait courbe au

carrément le bout de la meſure, à la longueur de laquelle on donneroit de moins l'épaiſſeur de cette planche.

moyen d'une règle pliante; on la travaille ſuivant ce trait, & on a le gabarit $\pi \mu$, que l'on replace ſur les liſſes & lattes, pour voir s'il porte bien de partout; on fait les deux branches, & on les lie par deux bouts de planche qui forment le talon, comme on le voit en *TTtt*, (*fig.* 64'.): les deux points *tt*, donnés par tt, (*fig.* 61'.), ſervent à continuer la conduite de la courbure.

Pour les autres pièces de membrure, l'opération eſt ſimplement celle que nous venons de faire pour une des branches de la varangue. Il en eſt de même pour les varangues plates qui peuvent ſe faire avec une ſeule planche; on y en ajoute ſeulement un bout pour former le talon.

Comme les entailles qui doivent les recevoir ſe travaillent d'abord ſur la quille, on les pratique dans les gabarits, ainſi que les oreilles, ſi le talon eſt de nature à en avoir.

On ne prend pas les équerrages pour les rempliſſages ſelon l'obliquité des liſſes, comme pour les couples de levées; on les détermine au carré de la pièce de membrure; c'eſt-à-dire que le gabarit $\pi \mu$ étant ainſi poſé dans un plan perpendiculaire à la quille, on relève l'équerrage à chaque liſſe, & aux lattes, ſi l'on veut, la branche de l'équerre ſur le gabarit perpendiculaire à ſon contour, ou à une tangente imaginée à ſa courbure au point de l'angle de cette équerre, la branche ſur la liſſe, dans un plan perpendiculaire à la face du gabarit.

Nous avons dit qu'il devoit y avoir quatre couples de rempliſſage entre les deux maîtres, parce que l'eſpace entre leur gabariage eſt de 12 pieds. On preſcrit dans le devis de charpentage de leur donner un pouce de moins d'échantillon ſur le droit, pour qu'il y ait entr'eux à-peu-près

V 2

autant de mailles qu'entre les autres couples; on n'en met que deux entre les 6 & 7 avant; ce qui détermine la maille à quatre pouces. Nous allons parler du boisage entre le 7 arrière & l'arcasse.

Les couples de remplissage se travaillent sur leurs gabarits comme ceux de levées; ils sont composés d'un même nombre de pièces, & semblablement disposées; toute la différence, c'est qu'elles sont mises une à une, & chevillées en place: on pose les talonniers des varangues, sur lesquels elles sont placées ensuite. On ne lie pareillement les varangues d'assemblage avec leurs oreillers, qu'en leur lieu, jusqu'à la dernière du boisage entre deux levées, qu'il faut assembler à côté, par l'impossibilité de la cheviller, à cause du défaut d'espace. On ne peut même faire le chevillage de beaucoup de genoux & allonges, qu'obliquement, par la même raison; mais on prend des précautions pour que les bouts des chevilles n'approchent pas trop de la face intérieure de la membrure, de crainte qu'ils ne soient découverts dans le paré dont nous parlerons ci-après.

III.

Du Travail du Boisage entre le sept arrière & l'arcasse.

Le boisage entre le sept arrière & la partie antérieure du pied de l'estain se fait comme celui entre les autres couples, observant seulement deux choses: l'une que l'arête extérieure de la partie antérieure de l'estain à son pied *e* (*fig.* 32.) étant à une distance de 5 pi. 5 po. de la face arrière 7″ 7‴ du couple 7, où il ne peut être placé que deux nombres, il se trouve 2 pi. 8 po. 6 lig. pour

Pl. X.

chaque, avec ſa maille; ainſi il faut laiſſer à chaque pièce de membrure un pouce de plus ſur le droit (exactement 1 po. 1 lig. ½), pour n'avoir pas dans cette partie plus de mailles que dans les autres du bâtiment; l'autre qu'il eſt bon de ne rien retrancher du bois que peut fournir, toujours ſur le droit, le genou *Gg* du rempliſſage attenant l'eſtain, afin d'y pratiquer un adent *a e b* (*fig.* 32 & 37.) pour ſervir d'abut à ſon pied. Cet adent doit avoir plus de profondeur à l'arête intérieure *i* (*fig.* 32.) de l'eſtain qu'à celle extérieure *e*, à cauſe de ſon dévoiement; c'eſt-à-dire, qu'au lieu de fournir ſimplement le quadrilatère *a b e c* (*fig.* 39.) pour l'abut de la prolongation du lit inférieur du fourcat d'ouverture, il doit être travaillé ſelon *a b e i*; ainſi l'on mord ſur la partie du genou ſupérieure à l'adent, & ce qu'on y abat de bois a à-peu-près la figure d'un priſme dont *c e i* eſt la baſe, & *e b* (*fig.* 32.) la hauteur. Cette eſpèce de petite excavation reçoit le pied de l'eſtain. Cette explication doit ſuffire pour faire voir comment elle ſe travaille au moyen de l'équerre du charpentier.

Communément ces deux rempliſſages ne ſont point établis ſur la contre-quille, mais ſur un maſſif *M m* placé ſur cette contre-quille & la branche horizontale de la courbe d'étambot, qui en même temps écarve ces pièces.

On boiſe en plein bois l'eſpace compris entre ſa branche verticale & le rempliſſage arrière; ces boiſages *B* ſont auſſi des eſpèces de maſſifs; cependant comme ils s'élargiſſent un peu pour aller rejoindre le lit inférieur du fourcat, ainſi qu'on le voit en *B* (*fig.* 37.), on y fait quelque petite addition analogue aux branches des fourcats; d'ailleurs

ces pièces se travaillent comme les autres, au moyen de gabarits faits sur lisses & d'équerrages; elles sont traversées par trois ou quatre chevilles horizontales chassées sur la face extérieure de l'étambot, & qui pénètrent jusque dans la maille du sept arrière ; on peut les reconnoître dans les lignes ponctuées (*fig.* 32.) : ces chevilles ont 20 à 21 lignes au collet, & 14 ou 15 au petit bout.

Il reste à boiser la partie supérieure entre le remplissage arrière & l'allonge de cornière ; ce qui s'opère avec un couple composé seulement d'allonges, puisqu'il se termine sur les estains ; la distance en cet endroit est de 2 pi. 9 po. ainsi, en donnant quelque chose de plus d'un pied sur le droit à ces allonges, on aura les mailles requises.

Ce couple dans un plan parallèle à ceux des autres couples fuyant dans les façons selon *F f* (*fig.* 37.), va, comme nous venons de le dire, se terminer à l'estain, qui est dans un plan oblique, quoique pareillement vertical : ainsi ses faces verticales ne peuvent le rencontrer que dans des traits verticaux (*a*), puisque l'intersection de deux plans verticaux ne peut être qu'une ligne verticale. On prend donc d'abord pour la maille une distance de 4 po. ½ de la face arrière du remplissage arrière, à la face antérieure de l'estain, ensuite une autre distance d'un pied quatre pouces six lignes pour le gabariage; enfin une troisième distance de 2 pi. 4 po. 9 lig. pour la face

(*a*) Lorsque nous parlons de plans & lignes verticaux & horizontaux relativement au navire, nous le supposons droit dans sa situation ordinaire, & même sa quille dans une position horizontale, quoiqu'elle ne soit presque jamais ainsi. La petite inexactitude de cette supposition doit être excusée en faveur de l'avantage qu'elle procure, d'éviter dans nos explications de grandes circonlocutions qui reviendroient souvent. Nous avons déjà fait cette observation en un mot.

arrière du couple : la maille de 4 po. ¾ qui reſte, avec ces 2 pi. 4 po. 9 lig., fait 2 pi. 9 po. d'intervalle entre le rempliſſage arrière & l'allonge de cornière. Ces trois diſtances déterminent ſur l'eſtain, les traits verticaux *ιι'* *TT'* θθ' (*fig.* 32 & 37.) projetés ſur le plan horizontal en *ι T* θ (*fig.* 39.). On voit que le pied de chacune des deux parties du couple ſe termine ſur l'eſtain en ſifflets, tel que θ *TF*; ainſi l'angle ou l'équerrage de cette ſorte de coin, pris horizontalement, eſt le même que celui du dévoiement de l'eſtain, ou que le plan que cet eſtain forme avec celui des couples : les autres équerrages & le gabarit des pièces ſe prennent ſur les liſſes.

I V.

De quelques particularités délicates dans le travail des Jambettes.

Nous avons décrit fort au long dans le premier Tome, ce qui concerne les jambettes de voûtes & allonges de tableau ou quenouillettes, parce que ces parties étant fort ſujettes à être endommagées dans des abordages, l'officier livré à lui-même pour la réparation, doit en avoir une connoiſſance un peu étendue : il ne nous reſte rien à y ajouter pour les perſonnes deſtinées à pratiquer la conſtruction, ſinon ſur la manière de ſe procurer le gabarit particulier du contour latéral de ces jambettes & quenouillettes de ſtribord & babord *VAa*. (*fig.* 37.)

Les liſſes dont on voit les projections en *fl*, 7 *l*, 8 *l*, *rl* (*fig.* 32 & 37), appliquées ſur les allonges, dépaſſent de l'arrière celles de cornière indéfiniment ; les bouts de liſſes ainſi prolongés, livrés à eux-mêmes, ſe trouvent naturellement tangents au point de leur interſection avec

les allonges de cornières, à la courbure qu'elles ont sur les couples. On ajuste le gabarit *V v a* (*fig.* 32.) sur la face du dedans de ces lisses, & selon la saillie de la voûte & de la chute du tableau que nous avons déterminée dans le premier Tome : le peu d'épaisseur du gabarit fait qu'il se plie facilement au contour latéral que donnent les lisses. On marque les points de rencontre *f'*, 7', 8', *r'*, (*fig.* 32 & 37'.) du gabarit avec les lisses, & des points semblables sur des lattes que l'on peut poser dans les intervalles des lisses pour l'exactitude du travail : ces points servent à faire le gabarit de la courbure latérale, en suivant le procédé que nous avons enseigné. L'inspection particulière de la *fig.* 32 fait voir d'ailleurs comme on pourroit la tracer à la salle. On a les points sur les lisses de la *fig.* 37, par la hauteur de ces points, prise dans la *fig.* 32.

Au surplus, cette méthode mérite aussi la critique que nous nous sommes permise Paragraphe VIII, Chapitre III, Section II, 2ᵉ. Partie de ce Tome. Dans le Paragraphe suivant ou IX *d'une Construction particulière d'arcasse*, nous avons donné des lumières pour travailler plus habilement; tout le trait y est déterminé par le plan.

SECONDE SECTION.

Du serrage & vaigrage ; de l'établissement des baux, en général des ponts.

Nous avons décrit dans le premier Tome, cette partie de la construction : il faut ici, pour les personnes destinées à pratiquer, 1°. la définir avec plus d'étendue, 2°. en enseigner le tracé; 3°. en faire connoître le travail. Ce sera l'objet de la présente section, & ce qui concerne particulièrement le serrage & le vaigrage, celui du premier Chapitre.

CHAPITRE

CHAPITRE PREMIER.

I.

Des Serres & Vaigres.

On s'occupe d'abord de vaigrer la cale; pour cela on fait courir deux ou trois virures de vaigres d'épaisseur ou serres, le long de l'origine commune *a G* (*fig.* 12.) de l'empature des genouilles avec les varangues & premières allonges; ces serres, au moyen de cela, s'appellent serres d'empature; elles ont pour notre vaisseau 5 po. d'épaisseur; s'il y en a trois virures, il faut que celle du milieu soit placée de manière que la moitié de la largeur du vaigre se trouve au trait d'aboutissement des varangues & premières allonges, au moins vers les maîtres. Ordinairement, suivant la forme de nos vaisseaux, laissant courir le bordage à sa demande & sans le forcer, les virures de serres d'empature montent plus haut de l'avant, & surtout de l'arrière, que la jonction des varangues & premières allonges. Pl. I.

On place d'ailleurs les serres bauquières; dans ce moment celles du premier pont. Ce sont les soutiens des poutres ou baux sur lesquels on établit ces sortes de planchers. Pour le premier ou celui de la première batterie, elles ont 7 po. ½ d'épaisseur, et 13 à 14 po. de largeur. Il est clair que la ligne du pont *U U' U''* (*fig.* 14.) en doit régler la place. On sait que c'est là ligne du dessus des baux; ainsi, si ces baux devoient porter à plat sur ces serres, comme ils ont 15 po. d'épaisseur, il faudroit que Pl. V.

le trait qui doit marquer le can ſupérieur de la ſerre fût conſtamment à 15 po. en contre-bas; mais comme on y pratique une entaille du tiers de l'épaiſſeur du bau, dont nous parlerons quand il ſera queſtion de l'établiſſement des ponts, on ne prend que 10 po. ſur la cale pour le tracé de cette ſerre.

Quelques auteurs appellent la ſerre ſupérieure (celle dont nous parlons dans le moment) ſimplement bauquière; ce ſont celles en deſſous qu'ils nomment ſerres bauquières : nous déſignons celles-ci par le nom de ſous-ſerres.

I I.

Du Tracé & des Dimenſions des Serres & Vaigres.

Le tracé des ſerres bauquières ſuppoſe donc celui des lignes de pont. On emploie communément pour cette opération des moyens trop mécaniques & trop peu exacts, pour que nous nous amuſions à les décrire. Qu'eſt-ce qu'un cordeau que l'on tend de l'étrave à l'étambot, & dont on prend la courbure que peut lui donner ſon propre poids, pour la tonture du pont? On y ſuſpend d'ailleurs quelques pelotons de ligne pour le faire courber de l'avant & de l'arrière, & cela fort arbitrairement : ce procédé donne des angles. A notre avis il faut tracer exactement ces lignes de pont ſur ſon plan, en rapporter les hauteurs ſur tous les couples du vertical tracé à la ſalle, de là ſur les gabarits carrément, & enfin ſur les couples de levées. On dit que cela ne donnera pas bien ; cela donnera bien ſi le plan & le tracé ſont exacts; ſi la marque des ponts

eſt rapportée ſur chaque couple de levée en dedans bien carrément ; ſi dans l'exécution on a bien conſervé la forme de ſon vaiſſeau; ſi l'on a balancé, perpigné exactement, d'ailleurs ſi l'on a fait une vérification pour s'aſſurer que les varangues plates n'aient pas, par la peſanteur du couple, perdu quelque choſe de leur acculement ; ce qui ſe peut opérer en prenant ſur ſon plan la hauteur des planches d'ouverture à la rablure de la quille, & en reconnoiſſant ſi la même hauteur ſe trouve dans l'exécution. Lorſque cela n'eſt pas, on force ſur les accores de fond. Nous ſavons bien qu'il faut plus creuſer ces lignes de pont, ainſi que les préceintes de l'avant & de l'arrière, que ne le ſeroit la ligne donnée par l'arc du conſtructeur d'un ſeul trait, à cauſe de la hanche du vaiſſeau, & ſurtout de ſon épaule ; mais il n'y a pas d'inconvénient à cela : il faut conſerver, une fois pour toutes, les ordonnées d'une courbure qui ſoit agréable à l'œil. Feu M. Olivier, à l'égard des préceintes (ce qui eſt la partie principale quant à l'agrément, parce qu'elle eſt la plus en vue), donne une règle dont on peut prendre connoiſſance dans le premier Tome, page 109.

C'eſt donc en employant cette règle ou une équivalente, que l'on doit tracer ces ſortes de lignes ſur ſon plan d'exécution, pour les avoir ſur les couples de levées : ce qui peut coûter deux minutes de ſoin dans le cabinet de l'ingénieur, coûte un demi-jour du travail d'une douzaine d'hommes dans le vaiſſeau, ſans compter la misère de tout ce tâtonnement.

Afin de n'être point embarraſſé de rapporter la ligne du pont du dehors du couple au dedans, le gabarit étant ſur la partie du vertical qui a ſervi à le tracer, il faut du

trait extérieur où est marquée cette ligne de pont, tirer sur ce gabarit une perpendiculaire à la ligne du milieu. Cette perpendiculaire, tracée sur le gabarit comme le sont les obliquités des lisses, met à même d'avoir sur le couple
PL. XXVII. un trait tel que *U U'* (*fig.* 44'.) qui nous donne en dedans la hauteur *U'* demandée.

Ces précautions ne dispensent pas de tendre un filin par tous ces traits sur le flanc du navire, de l'étrave à l'étambot, pour vérifier si la courbure est régulière; ne fût-ce que pour voir si quelques couples ne se seroient point affaissés par leur propre poids : ce filin est contenu à chaque couple par un clou en dessus, un en dessous qui le maintienne à bord en se croisant en croix de Saint-André : on embellit cette courbe, c'est-à-dire que tant qu'elle ne paroît défectueuse que d'une quantité que l'on peut corriger par le mouvement des clous, sans les déplanter, on la rectifie ainsi; mais s'il falloit changer les clous de position, il y auroit lieu de se défier de celle des couples, & il seroit bon de toucher aux accores de fond, comme nous l'avons dit.

Le premier pont tracé, on mène un autre trait à 10 po. au carré, en dessous, il marque le can supérieur de la serre; ensuite on trace trois autres traits, distants de celui-là & entr'eux de 13 à 14 po., au courant des gabariages; ils déterminent la place de la serre & des trois sous-serres. La serre a 7 po. ½ d'épaisseur à son lit supérieur, & 6 po. ¾ à celui d'en-bas; les trois tours en dessous diminuent chacun de trois quarts de po., en sorte que le troisième a 6 po. au can d'en-bas; ensuite la diminution du vaigre est de demi-pouce, jusqu'à celui de point qui a 4 pouces.

Nous parlons de trois rangs de ſous-ſerres, parce que c'eſt ſur les ſerres du premier pont que nous faiſons notre deſcription : comme elle convient aux ſerres des autres ponts, pour n'y point revenir, nous obſervons ici que celles du ſecond pont ayant 6. po. au lit d'en-haut & 4 po. ½ ſeulement au lit d'en-bas (voyez le *devis*, page 66), elles doivent conſerver leur épaiſſeur juſqu'à la moitié de la laiſe de la pièce, d'où elles diminuent juſqu'aux 4 po. ½ en queſtion, par une eſpèce de chanfrein allongé.

C'eſt ſur ce chanfrein que ſe trouve la ſaillie demi-circulaire formée par la pièce, qui y demeure de ſon épaiſſeur, laquelle ſaillie eſt deſtinée à recevoir la tranche du canon lorſqu'il eſt à la ſerre ; il y en a une au-deſſus de chaque ſabord de la ſeconde batterie : elle s'appelle *fronteau de volée.*

Les quatre tours de ſerres du premier pont conſervent leur largeur de l'arrière à l'avant, en ſorte qu'il reſte à vaigrer entre ces ſerres & celles d'empature, un eſpace en côte de melon, pour lequel les vaigres diminuant de largeur, de deux tours on n'en fait qu'un dès que leur largeur réduite peut le permettre, en pratiquant un adent dans l'un & émouſſant la pointe de l'autre, comme on peut le voir dans la *fig.* 42 : l'eſpace entre les ſerres d'empature Pl. XII. & la carlingue a la même *figure*, & on y ſuit le même procédé.

Il y a cependant une différence entre le vaigrage de ces deux eſpaces ; c'eſt que celui du fond ſe vaigre en plein, au lieu que l'on vaigre à claire-voie entre les ſerres de pont & d'empature. Par exemple, dans notre vaiſſeau, il y a trois tours de vaigres de points contigus au-deſſus des

serres d'empature ; ensuite une maille d'un pied, ainsi que la laise de chaque vaigre; en cet endroit cette maille règne de la cloison de la fosse aux câbles à celle des soutes à pain ; après deux tours de vaigres & une pareille maille, souvent on fait cette maille moindre.

On divise la hauteur ou la largeur des espaces à vaigrer, vers les maîtres, en parties égales, déterminées par la laise un pied que peuvent avoir les bordages & la maille, pour celui de ces espaces où on en doit laisser. Cette division se fait ensuite de distance en distance, allant de l'avanr & de l'arrière, observant la réunion des deux tours en un où cela est praticable. Par ces divisions on fait passer des traits à la craie ; ces lignes qui vonr, comme on le conçoit, le long de la cale, servent de guide dans le vaigrage.

Plusieurs constructeurs établissent leurs faux ponts sur des serres bauquières ; cela peut faire une bonne liaison : le vaisseau sur lequel nous nous exerçons est construit suivant cet usage. L'établissement de ces serres n'offre aucune difficulté ; on les trace à 5 pieds quelques pouces, pris carrément, en contre-bas de celles du premier pont, & d'ailleurs on se conduit comme nous l'avons dit. Celles de notre vaisseau ont 6 po. d'épaisseur.

Qu'il y ait une serre bauquière au faux pont, ou qu'il n'y en ait pas, on laisse une maille dans le vaigrage entre la sous-serre inférieure du premier pont & la fourrure de gouttières du faux pont dans le premier cas, ou le vaigre qui en tient la place dans l'autre. On force au surplus des garnitures de distance en distance entre ces mailles, pour que rout le vaigrage partage le faix du premier pont, de son artillerie, &c.

III.

Du Travail des Serres & Vaigres, & particulièrement des Pièces de Tour.

L'emplacement de chaque tour du revêtement intérieur pour la cale ainsi déterminé, le travail des pièces qui le composent, c'est-à-dire, des serres & vaigres, offre peu de difficultés, excepté pour les pièces de tour, dont nous allons parler. Les vaigres simples ne sont que des bordages à travailler suivant le trait fait sur les parois de la cale, & à appliquer en les forçant à prendre leur pli au moyen de l'appareil de bridoles & de coins que l'on connoît. Les procédés pour leur travail, & particulièrement pour s'en procurer l'équerrage, leur sont communs avec les pièces de tour.

Dans les parties du vaisseau si courbes que le bordage de revêtement, soit intérieur (les vaigres) soit extérieur, ne puisse être assez plié pour s'y ranger, il faut employer des pièces qui aient naturellement la courbure nécessaire ; on les appelle pièces de tour : il faut d'ailleurs qu'elles aient beaucoup de points (de dimensions) pour trouver les équerrages, & surtout le devirage. Nous allons voir ce que c'est que ce devirage.

Soit la pièce de tour entre les deux $RPpr$, $R'P'p'r'$ (*fig.* XXXVII. (Pl. 38.) calquée sur la *fig.* 37. Pl. 10.) déjà en place, à travailler ; il est question de revêtir un $P\ R\ R'\ P'$ sur la surface intérieure de la membrure, qui court depuis la barre du pont jusqu'au septième couple arrière, où le can des bordages contigus PR, $P'R'$ forme une espèce d'encaissement : on auroit bien de la peine à trouver quelques moyens d'y appliquer un

bordage droit de quatre pouces d'épaiſſeur ; & quand il y en auroit on ne feroit pas diſpoſé à les employer dans les ports de l'état : il faut donc, pour remplir cet objet, ſe ſervir d'une pièce de tour & la travailler ſur un gabarit.

En appliquant les ſerres d'empature & les pièces de vaigre, on les laiſſe courir à la demande du bordage, ſans le forcer, dans le ſens de ſa plus grande largeur ; auſſi voit-on que les ſerres dites d'*empature*, ne ſuivent cependant pas leſdites empatures : ſi elles les ſuivoient elles ſe trouveroient, ou à-peu-près, dans un plan comme les liſſes ; mais leur laiſſant prendre leur cours naturel, il n'y a pas d'apparence qu'elles puiſſent ſe trouver dans aucun plan, non plus que les autres pièces de vaigres qu'elles dirigent en partie ; elles forment des courbes à doubles courbures.

Il faut donc déterminer un plan ſuivant lequel ſe travaillera le gabarit. Pour cela on tend une ligne repréſentée par la droite PR d'une des extrémités à l'autre de celui des traits du can du vaigrage $PRrp$ qui touche la membrure ; ce trait eſt la courbe $P\pi R$. On met une équerre à l'équerre carrée ; on en poſe une des branches à toucher la ligne tendue, vers ſon milieu, & perpendiculairement à cette ligne l'autre branche ſur la membrure, perpendiculaire à un plan imaginé paſſer par cette ligne PR, ainſi que par la courbe ſur la face de la membrure déterminée par les points PR & celui de l'angle de l'équerre. Il faut ſe procurer cette courbe : pour cela, ayant marqué un point à l'angle d'équerre, d'un œil on le bornoie avec la ligne tendue, c'eſt-à-dire qu'on ſe place de manière que la ligne intercepte la vue du point ; on en fait marquer une quantité d'autres avec la même propriété

propriété d'être tous en même temps que le premier interceptés par la ligne : par tous ces points on fait passer un trait ; c'est suivant ce trait qu'on travaille ce gabarit, d'ailleurs de la manière que nous avons enseignée.

Ce gabarit donne le contour de la pièce uniquement pour le trait sur lequel il a été fait : ce n'est qu'au moyen d'une certaine quantité de lignes transversales, tirées ou imaginées dans l'emplacement de la pièce sur la surface de la membrure, qu'on peut déterminer celle de la surface de la pièce de tour qui y doit être appliquée. On nomme devirage la différence d'obliquité avec un plan constant (tel, par exemple, qu'un plan horizontal), qui s'observe dans le mouvement de la transversale ou de l'ordonnée du bordage de l'arrière à l'avant, tournant sur son abscisse pour prendre la quantité infinie d'obliquité qui lui est propre (lequel mouvement forme la surface du bordage).

Pour saisir aisément l'idée de ce devirage, considérez une grande longueur de virure $U\,v$ prolongée (*fig.* XIII.); Pl. XXXVIII.
vous y remarquerez la différence d'obliquité du trait transversal $U\,U'$ du bordage, avec celui par exemple $v\,v'$: tous les degrés infiniment petits du mouvement de ce trait $v\,v'$ pour parvenir en $U\,U'$ & produire la surface adjacente du bordage, varient son obliquité & forment le devirage en question. Ce devirage seroit encore plus sensible entre la fausse lisse & la première, où la transversale, de parallèle à-peu-près à l'horizon, devient presque verticale.

A la transversale $\pi\,\pi'$ (*fig.* XXXVII.) au point déterminé Pl. XXXVIII.
par l'angle de l'équerre (à équerre carrée), la pièce tracée au

moyen du gabarit ſur une de ſes faces planes bien dreſſées, doit être travaillée à angle droit : on applique ſur les autres tranſverſales dans des parallèles à $\pi\,\pi'$, une des branches de l'équerre, ſon angle au trait qui a ſervi à faire le gabarit, l'autre branche à toucher la ligne tendue $P\,R$ & poſée normalemenr à la courbe du gabarit ; ce procédé donne autant d'équerrages qu'il y a de tranſverſales ; on les porte ſur une tablette : ce ſont ces équerrages qui déterminent ce devirage.

La pièce bien dreſſée, comme il a été dit, ſur ſes faces planes ; le gabarit rapporté & le tracé fait ſur une d'elles, les points d'interſection de chaque tranſverſale avec le trait du gabarit marqués, on coche ces pièces ſuivant le devirage porté ſur la tablette, rapportant chaque équerrage à ſa tranſverſale. Nous ne nous appeſantirons pas ſur un procédé que l'on doit ſaiſir tout de ſuite, ce qui a été dit juſqu'ici bien conçu. Les extrémités des coches donnent des points ſur la face du droit oppoſée à celle où a été fait le tracé, par leſquels faiſant paſſer une courbe, il n'y a plus que le bois en dehors des traits à mettre en bas (*a*).

(*a*) Cette méthode, ſuffiſamment bonne dans la pratique, pèche un peu contre l'exactitude géométrique. La ligne élémentaire de la ſurface courbe du bordage devirant dans ſon mouvement ſelon ſon gabarit projeté par la droite $P\,\pi'\,R$, ne laiſſe à ce bordage la figure dudit gabarit que dans ſon plan ; & on travaille comme s'il étoit dans un plan qui lui fût parallèle, & par conſéquent à la droite $P\,\pi'\,R$, mais qui paſſât par π. Or ce dernier gabarit offriroit quelque différence, puiſque le devirage qui détermine la courbure ſur la face oppoſée, ſe fait ſentir ſur celle en ſens contraire, à la vérité d'une manière inſenſible, tant que l'eſpèce de flèche $\pi\,\pi'$ ſera une quantité de peu de conſéquence : s'il en étoit autrement, il faudroit faire l'opération que nous venons de preſcrire, ſur la ligne $p''\,\pi\,r''$ & ſur le vaigre, au lieu de la

Il y a encore deux façons à donner à la pièce; savoir, 1°. celle de la travailler de largeur, &, à cet égard, bien exactement selon les traits $P \pi R$ & $P' \pi'' R'$, de manière à aller en place sans être forcée : 2°. suivant les équerrages de la sorte d'encaissement qu'elle doit remplir, c'est-à-dire ceux des vaigres contigus avec la membrure. Ce sont les façons qui sont souvent nécessaires aussi, comme nous l'avons dit pour les bordages droits.

Pour remplir le premier de ces objets, on pose une règle assez mince dans un sens pour être pliante, mais qui ait quelque largeur dans l'autre : on applique cette règle, dis je, sur la membrure le long de l'espace $P R R' P'$, avec l'attention de lui laisser suivre son cours naturel selon sa largeur; on tire une ligne le long de l'un des cans de cette règle; & cette ligne considérée comme une sorte d'abscisse, on y mène une quantité d'ordonnées ou de transversales à des distances déterminées & rapportées sur la règle. On l'applique sur le dos de la pièce y faisant le tracé (l'abscisse) que la règle donne, & par chaque point qui y sont marqués on fait passer les ordonnées, qu'il ne s'agit que de déterminer de grandeur en les relevant sur la face de la place à vaigrer : on fait passer des traits par l'extrémité de ces ordonnées. On sent que la règle doit être posée de manière à laisser ce qu'il faut pour lesdites ordonnées & les équerrages.

faire sur la membrure : mais il faudroit que la flèche $\pi \pi'$ fût assez considérable pour inquiéter sur la précision du procédé; car si c'est dans la construction qu'on a cette pièce de tour à mettre en place, le vaigrage ne se parant que quand il est fini, il pourroit arriver que quelques défauts dans les épaisseurs des pièces contiguës, donnassent plus d'inexactitude que la méthode usitée.

Il reste enfin à rapporter le long de ces traits ces équerrages des bordages contigus; on sait le procédé qu'il faut employer pour cela, ainsi que pour mettre la pièce d'épaisseur.

CHAPITRE II.

Travail particulier des Serre-Bauquières, Fourrures de Gouttières, Hiloires, ainsi que des Baux & de leur mise en place.

Les procédés pour travailler les serres & les vaigres entre les ponts ou des murailles, ne diffèrent de ceux que nous venons d'enseigner qu'en ce qu'ils sont beaucoup plus simples; il y a cependant une particularité dans l'assemblage des pièces qui forment la virure des serres dont nous n'avons pas parlé, non plus que des entailles des baux qu'elle reçoit; c'est la matière du premier Paragraphe. Il nous reste aussi à faire quelqu'observation sur le bouge desdits baux: c'est le sujet du second. Dans les troisième & quatrième nous enseignons à déterminer leur longueur, l'équerrage de leurs extrémités, le travail de leur queue d'hyronde & de leur mise en place; dans le cinquième nous disons d'abondant quelque chose sur les fourrures de gouttières, gouttières & hiloires.

Quant à la manière d'espacer les baux, soit de l'arrière à l'avant, soit en hauteur, & à leur liaison, ce sont des objets sur lesquels nous nous sommes suffisamment étendus dans le premier Tome. Tranquillisons cependant sur ce que nous avons espacé également les baux en arrière

du mât d'artimon, quoiqu'il y ait là une écoutille pour aller aux soutes à poudre & une autre pour descendre dans la soute de rechange du maître canonnier dont nous avons parlé dans le premier Tome : ce ne sont que des écoutillons, pour l'ouverture desquels la distance égale des baux offre assez d'espace.

Nous parlerons dans la troisième Partie du procédé pour les mettre à bord.

Les distances en hauteur sont données par les lignes de pont; & pour ce qui concerne le faux pont, on a vu dans le devis du charpentage, que les baux du faux pont ont un pied d'équarrissage. La distance verticale du dessus des faux baux au dessus des baux du premier pont, doit être de 6 pi. & quelques pouces.

Finissons ce préambule par une observation sur les courbes de fer que nous avons décrites page 70 du Tome premier. Leur arc-boutant ne laisse pas que d'être embarrassant : au surplus, le plus grand inconvénient des courbes de fer, à notre avis, c'est que les chevilles ne pouvant jamais y être forcées comme dans le bois, il y a toujours dans leur chevillage une sorte de jeu, sans doute d'abord peu considérable, mais qui, multiplié par la masse énorme que les chevilles doivent lier, doit occasionner une grande quantité de mouvement : elle agrandit les trous des chevilles, & augmente par-là la première cause du mal : cela présente une progression qui n'est pas capable de tranquilliser sur cette sorte de liaison. Il y auroit peut-être quelques moyens d'employer beaucoup moins de courbes; mais ce n'est pas ici le lieu de les discuter.

I.

Des Écarts des Serres des Baux & de leurs entailles.

Les pièces de ſerre-bauquières ne s'aſſemblent pas bout à bout, comme le font la plupart des bordages intérieurs & extérieurs; elles s'uniſſent par un écart plat ou vertical d'environ 3 pi. de longueur; ces écarts ſont à crocs ou à dents. La *fig.* 40 qui repréſente un bout du lit ſupérieur de ces ſerres, fait voir en $A\ a\ b\ \beta\ \alpha\ B$ la forme d'un deſdits écarts dont la projection eſt ponctuée dans la repréſentation de l'élévation de la ſerre (*fig.* 41.): $a\ A$ en eſt une des extrémités, $b\ \beta$ l'adent, $B\ \alpha$ l'autre extrémité.

Pl. XII

On voit de plus dans la *fig.* 40 la projection $Q\ Y\ y\ q$ de la queue d'hyronde qui doit recevoir l'extrémité du bau. On conçoit que ſa plus grande largeur $Y\ y$ doit être du côté de la membrure; $Q\ Y\ y\ q$ (*fig.* 41.) eſt la profondeur de cette entaille; $X\ P\ Q\ Y\ y\ q\ p\ x$ eſt une coupe du bau, au ras de la ſurface intérieure de la ſerre, c'eſt-à-dire à l'étranglement de la queue d'hyronde. Cetre queue d'hyronde contribue à empêcher le bau de ſortir de la ſerre. Mais il y a d'autres liaiſons dont nous parlerons bientôt, ſur leſquelles on peut faire plus de fond.

I I.

Du Bouge des Baux.

Les baux ont du bouge ou une courbure qui doit ſuivre la même loi que celui verrical de la liſſe d'hourdi dont nous parlons au Paragraphe ſix du Chapitre premier de

la troisième Section de la première Partie, page 50 & suivante. Il faut travailler un gabarit pour le maître ou celui de ces baux qui a le plus de longueur, suivant ce que nous en avons enseigné dans ce Paragraphe : ce gabarit sert pour tous les autres baux, en y marquant un trait au milieu de sa longueur, sur lequel on rapporte le milieu de chaque bau à gabarier. Il doit être de 2 pouces à 2 po. & demi d'épaisseur, & fait en chêne.

III.

De la Longueur des Baux & de l'Équerrage de leurs extrémités.

Les baux doivent être mis parfaitement à leur longueur, prise à leur place sur le vaisseau, avec des règles plutôt qu'avec un cordeau : leurs extrémités d'équerrages, car il faut remarquer qu'ils ont presque toujours, exactement parlant, autant de différentes longueurs que d'arêtes longitudinales, ou selon la largeur du vaisseau, les équerrages verticaux & horizontaux, déterminent ces longueurs.

IV.

Du Travail des Queues d'Hyronde des Baux, ou de leurs Serres & de leur mise en place.

On a vu comme les baux s'assemblent à queue d'hyronde avec leurs serres; celles du premier pont s'établissent avant les baux, parce qu'à cette hauteur les flancs du vaisseau, si le fort est bien placé, doivent converger du haut en bas; on y travaille les entailles à queue d'hyronde, sur lesquelles

amenant les baux, leurs extrémités bien exactement entre les traits verticaux qui déterminent leur place, on trace la queue d'hyronde suivant l'entaille: il en est autrement des baux du second pont que l'on met d'abord à leur place, les queues d'hyronde étant travaillées; ensuite les serres étant prêtes, aux entailles près, on les hisse sous les baux entre les traits qui déterminent leur emplacement selon la longueur du vaisseau, & ce sont alors les queues d'hyronde qui servent à tracer les entailles: la raison de la différence de ce procédé, c'est que les flancs qui convergent au premier pont divergent au second. Il en est de même pour le troisième pont des vaisseaux à trois batteries & pour les gaillards de tous bâtimens.

Les baux de ces ponts supérieurs sont soutenus ainsi en l'air, au moyen de bouts de cabrions cloués sur leurs faces avant & arrière, & sur la face intérieure de la membrure, comme on voit dans les *fig.* X & XLIII. (Pl. XXXVIII.),
Pl. II & XII. calquées sur les *fig.* 10 & 43 (Pl. 2 & 12). Le bau
Pl. X. en sa place *B B' b b'* (*fig.* X.) bien à la hauteur de sa ligne de pont *L P* (*a*), reçoit sur ses faces avant & arrière les bouts de cabrions *c a* coupés pour cela à sifflet en *c*; ils y sont cloués avec deux clous à la distance *c m* (*fig.* XLIII.) de la membrure; les autres bouts de cabrions *a* à sifflet sur leur can, sont cloués sur la membrure. Ces bouts *a* sont entr'eux à la distance *a a* (*fig.* X).

(*a*) On ne se contente pas ordinairement de la ligne du pont pour arrêter les baux à leur hauteur; c'est l'usage de prolonger une file de gabrions de long en long du vaisseau, dont une des arêtes du can inférieur est sur cette ligne du pont. Ce can a d'ailleurs, avec la membrure, l'équerrage qui doit être entr'elle & la partie supérieure du bau.

Mais

Mais pour mettre ces baux à leur place, il faut qu'elle soit déterminée, & puis les amener à portée d'y être présentés facilement, car on est obligé de le faire souvent plusieurs fois: leur place a été fixée dans le premier Tome, page 63 & suivantes; nous avons dit que nous parlerions dans la troisième Partie de leur mise à bord.

V.

Procédé simple & Observations concernant les Fourrures de Gouttières, Gouttières & Hiloires.

On a vu dans le premier Tome, page 80, que les entailles des fourrures de gouttières & gouttières se travailloient à queue d'hyronde pour y recevoir les extrémités des baux & les branches horizontales des courbes façonnées semblablement; lorsqu'elles sont prêtes on les amène à leur place, on les y range bien exactement, & alors on y trace la figure des entailles selon les queues d'hyronde *Q H* (*fig.* 51.) & les talons des courbes. PL. XIII.

On a fait voir pareillement dans le premier Tome, page 82, que les hiloires du milieu prenoient une courbure horizontale; on peut faire quelqu'opération analogue à celle par laquelle on détermine le bouge de la lisse d'hourdi, &c. pour avoir des espaces moyens à tous les baux, sur lesquels on régleroit avec une latte la courbure horizontale de l'avant à l'arrière, pour se rapprocher comme nous l'avons dit.

Jusqu'à présent les hiloires avoient eu la même épaisseur, ou à-peu-près, que les gouttières, par conséquent des entailles de même profondeur; même excédant de

bois en deſſous des bordages de point, dans lequel on chaſſoit des gournables de manière que la double virure faiſoit corps : aujourd'hui on propoſe de ſupprimer ces pièces de liaiſons, & on eſt parvenu au moins à en faire diminuer beaucoup de l'épaiſſeur. Il y a ſur cela, comme ſur preſque tous les objets de conſtruction, des raiſons pour & contre ; mais ce n'eſt pas ici le lieu de les diſcuter.

Les hiloires ſe travaillent ſur gabarit ou au moyen de la ligne à buquette dont nous parlerons quand nous ſerons rendus au bordage ſupérieur.

CHAPITRE III.

De quelques Méthodes pour régulariſer les Etambrais des Mâts majeurs, & la poſition du Beaupré.

Dans le Chapitre 7 de la ſeconde Section de la première Partie du premier Tome, on eſt entré dans un long détail concernant pluſieurs objets relatifs aux ponts, & en général au dedans du vaiſſeau ; nous n'avons rien à y ajouter, ſinon une méthode plus préciſe pour déterminer, 1°. la figure de l'étambrai des mâts majeurs ; 2°. l'emplacement du beaupré, ſon établiſſement dans ſa fourche, le pied dans ſes flaſques : c'eſt l'objet des deux Paragraphes ſuivans.

I.

Du Travail exact des Octogones : Etambrais des Mâts majeurs.

On ſait que pour que ces octogones fuſſent réguliers, il faudroit mener dans le carré Θ′ θ′ Θ′ θ′ (*fig.* 51.) les diagonales Θ′ Θ′, θ′ θ′, & faire au point d'interſection c de ces diagonales, des angles de 22 degrés ½ avec les rayons c Θ′, c θ′ de part & d'autre de ces lignes : cette opération donneroit ſur les baux & traverſins, les huit angles de l'octogone : enfin les côtés de l'octogone ſont aux côtés du carré comme 3826834 eſt à 10000000. Pl. XIII.

I I.

De l'Établiſſement du Beaupré dans ſa Fourche, le pied dans ſes Flaſques.

On a décrit ces flaſques dans le premier Tome, pages 91 & 92 : c'eſt à cet aſſemblage de flaſques qu'aboutit le pied du beaupré, dont le plan de contact eſt une figure elliptique. Nous ne voyons point de méthode plus ſimple pour en déterminer l'emplacement, que de conſerver très-ſoigneuſement les hauteurs verticales du deſſous de ce mât relativement à la ligne du deſſous de la quille : ces hauteurs priſes ſur le plan, au trait de la rablure de l'étrave & au gabariage d'un des couples de l'avant, par exemple au ſixième ; pour notre vaiſſeau, l'une *H H'* (*fig.* 9*.) eſt de 34 pi. 1 po., l'autre *h h'* de 24 pi. 4 po. Pl. XXI.
Pour conſerver ces hauteurs, il faut les rapporter comme

on le voit ſur le tracé à la ſalle ; de là ſur les gabarits, & enſuite ſur les pièces. Le trait *h H* détermine bien exactement la figure de la tête de l'étrave ; la direction de ce trait, non-ſeulement doit être portée ſur le gabarit, mais même il ſeroit bon, pour une plus exacte détermination, d'y clouer un bout de planchette pour le même effet
Pl. IV. que celle *x x'*, *y y'* (*fig.* 22.) :. cette planchette aſſureroit mieux l'inclinaiſon du beaupré relativement à l'étrave, & ſerviroit à le tracer ſur les faces latérales de cette pièce jointe à ſa contr'étrave. Il ne faut pas perdre de vue que la hauteur ayant été priſe au trait du milieu, & non à celui d'une des faces, cette hauteur y doit être de quelques pouces plus forte : de la différence *x x'*, à
Pl. XI & XXI. *y y'* (*fig.* 34.). Ces traits dans la direction *h H* (*fig.* 9*.) rapportés ſur chaque face de l'étrave & contr'étrave, mettront à même de tirer par leurs extrémités, en dedans de la contr'étrave & en dehors de l'étrave, des lignes au milieu deſquelles devroit paſſer exactement le deſſous du beaupré. Faiſant une coche du milieu de cette ligne ſur la partie concave, au milieu de celle de la partie convexe, de la
Pl. XI. profondeur *yy'*—*x x'*, on auroit, dis-je, une détermination aſſez exacte, en y appliquant le can d'une règle que l'on pourroit prolonger juſqu'aux flaſques ; mais la hauteur du beaupré rapportée ſtribord babord ſur le gabariage du *6* en dedans du vaiſſeau (on fait comme cela ſe fait), cette hauteur donne une plus grande préciſion, en y tendant une ligne d'un bord à l'autre, ou mieux deux règles de 20 à 25 pi., dans l'alignement l'une de l'autre. La règle portant de partout ſur le fond de la coche de l'étrave, doit arraſer la droite formée par les deux règles latitudinales, et donner

un point certain du dessous du beaupré sur la ligne du milieu des flasques. On ne doit pas se trouver embarrassé de ce que le can inférieur de la règle passant par l'étrave, c'est l'extrémité x (*fig.* 9*.) de son can supérieur qui doit rencontrer toutes verticales & par conséquent les flasques; la moindre règle de charpentier alignée en *h r* donne le point *h*. PL. XXI.

Les sections du beaupré par des plans verticaux-latitudinaux, à cause de son inclinaison, sont des ellipses; on voit, soit par la trigonométrie, d'après cette inclinaison de 32 degrés & le diamètre du mât de 32 po. ½; soit plus simplement par une ouverture de compas prise sur la perpendiculaire de l'étrave du trait du dessus au trait du dessous du beaupré : on voit, dis-je, par l'une de ces opérations, que le grand axe de cette ellipse est de 38 po. 3 à 4 lig. Je préfererois à la méthode de faire courir un gabarit de cercle représentant une coupe de beaupré le long de la règle dans la position du beaupré, celle de faire tout de suite un gabarit elliptique : cela n'est pas bien difficile: ayant fait le cercle (*fig.* 58'.) de 32 po. ½ de PL. XXIII. diamètre ou de 16 po. ¼ de rayon, divisez celui $x\,x'$ en une certaine quantité de parties égales, en huit par exemple, par les points de division tirés des ordonnées à ce cercle : divisez pareillement la ligne $x'\,x''$ (*fig.* 34'.) PL. XI. de 38 po. 3 lig. en parties égales (en 16, le rayon étant divisé en 8) par tous les points de division tirés des perpendiculaires à $x'\,x''$; portez sur ces perpendiculaires de 1 en 1', de 3 en 3', de 7' en 7', les ordonnées 11, 33, 77 (*fig.* 58'.) chacune à chacune par les points x', 7', 5' &c. PL. XXIII. 5' 7' x'' (*fig.* 33.); faites passer une courbe, ce sera l'el- PL. XI. lipse démandée : sa moitié au moins.

Posant le point x' de cette ellipse sur le point du dessous du beaupré marqué sur les flasques, son trait x' x'' sur le trait du milieu desdites flasques, il ne reste qu'à tracer l'ellipse dans laquelle devra être inscrit un rectangle pour l'entrée du tenon.

Pour la dernière exactitude, il faudra cependant faire attention que le diamètre du beaupré à son pied étant un peu moindre que celui au fort ou à la fourche, les axes de l'ellipse aux flasques doivent être réduits dans le rapport du grand diamètre au diamètre au pied, sans toutefois changer de centre, parce que communément on n'a pas attention à cette diminution dans le tracé sur le plan vertical-longitudinal des tronçons de mâts; les traits en conservent la plus grande largeur, & c'est d'un de ces traits qu'on a pris les hauteurs portées ci-dessus.

Pour se procurer ce diamètre au pied, il faut suivre l'instruction donnée dans le Traité de Mâture de M. Forfait, page 204 & suivantes.

TROISIÈME SECTION.

Du Travail des Bordages extérieurs, & particulièrement des Pièces de Tour.

Nous avons donné une description suffisante du revêtement extérieur dans le premier Tome, ainsi que de tous les procédés qui y ont rapport, excepté du travail des pièces de tour qu'on y emploie, & qui n'intéresse que l'homme du métier : nous allons en entretenir.

La tonture des préceintes réglée, si l'on veut d'après la

méthode de feu M. Olivier (*Voyez* page 109 du premier Tome); leur trait rapporté sur le dehors de la membrure, comme celui des serre-bauquières l'a été au-dedans, & embelli avec le cordeau, *Voyez* ci-devant page 164, on les met en place & on passe au bordage de la carène, dont le travail des pièces de tour seul présente des difficultés.

On a parlé dans la dernière Section, page 167, de la nécessité de les employer au revêtement des parties du vaisseau qui offrent trop de courbure pour pouvoir entreprendre d'y appliquer du bordage droit; on y a décrit la manière d'appareiller & de travailler ces pièces pour l'intérieur du bâtiment. Ces opérations pour le revêtement extérieur ont les mêmes principes, & ne diffèrent en quelque chose de celles déjà appliquées, que par la différente façon dont se représentent les parties à revêtir: c'est ce que nous ferons bientôt voir. Mais auparavant nous croyons devoir donner encore quelque extension à ce que nous avons dit du devirage dans cette dernière Section, page 167 & suivantes, qu'il est bon d'avoir sous les yeux.

Nous avons considéré la surface comme produite par le mouvement d'une ligne; mais tous les élémens de Géométrie n'en donnant pas la définition d'après cette idée, sans vouloir ici en faire un traité, nous nous permetrons d'y dire un mot sur cette manière de présenter la chose, peut-être l'unique qui puisse être claire pour notre objet.

Une ligne est une suite de points, ou le mouvement d'un point forme une ligne; c'est à-dire que si vous avez un crayon bien affûté en pointe, le posant sur le papier

il marquera un point : en le faiſant mouvoir, les points ſe ſuccédant, formeront une ligne : voilà donc la ligne compoſée d'une ſuite de points, ou engendrée par le mouvement du point.

Si le crayon, au lieu d'être taillé en pointe, l'eſt en coin, ſon extrémité ne ſera plus un point, mais une ligne, ayant une longueur finie & bien ſenſible, formant une des arêtes, ou l'angle plan aigu du coin. Le poſant ſur le papier de façon qu'il y porte de toute cette extrémité, il y marquera une ligne. Si vous le faites mouvoir de manière que la ſuite de lignes produite par le mouvement continu de l'arête ſoit auſſi une ſuite de parallèles, ce mouvement engendrera une ſurface droite au moins dans un ſens; ainſi une ſurface eſt formée par le mouvement d'une ligne, ou eſt une ſuite de ligne.

Si la ſurface ſe trouve la ſuite de lignes toutes parallèles entr'elles, & dont le mouvement ſe ſoit fait ſelon une droite, alors ce ſera une ſurface plane & même parallélogramique. Si la ſuite des lignes parallèles provient du mouvement de celle génératrice ſelon une courbe, par exemple, ſelon une circonférence de cercle, elle formera la ſurface courbe d'un cylindre; ſelon une courbe elliptique, elle formera la ſurface courbe d'un priſme ayant une ellipſe pour baſe, &c.

Il y a après cela le mouvement d'une courbe ſelon une courbe, par exemple, celui d'une demi-circonférence de cercle tournant ſur ſon diamètre, ou qui ſe meut ſuivant la circonférence du même cercle; ce qui produit une ſurface de ſphère & une infinité d'autres d'une infinité de

de façons, que nous ne ſuivrons pas, parce qu'encore une fois cet Ouvrage n'eſt pas un Traité de Géométrie.

Nous arrêtant donc au point où nous en voulons venir, nous conſidérerons la ſurface de la pièce de tour qui doit s'appliquer ſur la membrure, ainſi que celle qui lui eſt oppoſée, comme une ſuite de lignes droites (la laize des bordages eſt aſſez peu conſidérable pour qu'on puiſſe enviſager comme droite la partie qu'elle recouvre). Le mouvement de la droite génératrice s'en fait ſuivant une courbe : ainſi, pour la pièce de tour *PRR'P'* (*fig.* XXXVII.), que nous avons priſe pour exemple, le mouvement de la génératrice a eu lieu ſelon la courbure du gabarit. Cependant cette ſurface n'eſt dans aucun des cas dont nous avons parlé : elle eſt effectivement produite par le mouvement d'une ligne droite ſuivant une courbe : c'eſt effectivement une ſuite de lignes droites, mais qui, dans leur mouvement, n'ont pas conſervé le paralléliſme. Elles ſont demeurées dans une ſuite de plans parallèles entr'eux & perpendiculaires au plan de la courbe, mais dans leſquels elles ſe ſont écartées gradativement dudit parallèliſme : ce qui a formé le devirage. PL. XXXVIII.

On voit que les opérations que l'on a décrites pour ſe procurer ce devirage, conſiſtent à déterminer un plan perpendiculaire à une des tranſverſales, ordonnées, ou lignes dont la ſuite produit la ſurface, & à prendre l'équerrage ou l'angle par rapport à ce plan d'une certaine quantité d'autres tranſverſales; c'eſt dans ce plan & ſur le trait de ſon interſection avec la ſurface à border que ſe travaille le gabarit. La pièce de tour reconnue convenable, étant bien dreſſée & de manière que ſes deux ſur-

faces planes ſoient parallèles, traçant le gabarit ſur l'une d'elles (de façon à laiſſer du bois où il conviendra pour le devirage), en imaginant par tous les points du tracé une infinité de perpendiculaires à cette face, elles détermineroient le trait du gabariage encore dans le bloc, dans le maſſif de la pièce. Il faut faire paſſer par les extrémités de ces perpendiculaires ſur l'autre face un trait qui ſera toujours celui du gabarit; on ſait comment cela ſe fait: on a les deux perpendiculaires ſur les extrémités de la pièce: elles déterminent la poſition du gabarit pour donner ce trait.

Les équerrages à chaque tranſverſale déterminée, qui donnent le devirage, ſe trouvant en maigre, ou formant des angles aigus, le can de la pièce oppoſée à l'ouverture des angles (d'après cette ſeule conſidération) formera des angles ouverts avec ces tranſverſales, puiſqu'ils ſeront les ſupplémens de ceux relevés; tant que cela ſe rencontre ainſi, on peut abattre du bois à équerre carrée depuis le trait du gabarit fait ſur ce can ou face du droit, juſqu'à celui imaginé dans la pièce; ou pour déterminer celui-ci, on fait un trait ſur une des faces du tour dans le plan duquel doit ſe trouver ce gabariage: on hache du bois juſqu'à ce plan.

Mais le devirage tel qu'il eſt relevé ſe trouvant en gras, ſi on hachoit du bois ſelon le gabariage tracé ſur le can ou la face oppoſée à l'ouverture des angles que ce devirage forme, on conçoit qu'il en manqueroit lorſqu'on voudroit définitivement travailler la pièce. Dans ce cas, c'eſt ſur la face du côté de l'angle qu'il faut travailler la pièce à équerre carrée ſelon le tracé du gabariage, toujours

jusqu'au plan du trait mené sur le dos ou bien dans la concavité de cette pièce.

Au moyen de cette opération le trait réel du gabariage est découvert, & on y peut rapporter les angles du devirage & leur supplément.

Cette précision qui nous a déjà occupés dans la note page 170, n'est pas une subtilité, quoique le cas où il pourroit être dangereux de n'y avoir point d'égard soit très-rare, & cela parce que la corde PR (*fig.* XXXVII.), projection du plan sur lequel se prend le devirage, ordinairement s'écarte peu de la courbe très-alongée $P\pi R$, projection du can de la pièce; la flèche $\pi\pi'$ communément fort petite, donne seulement alors dans la négligence une quantité qui peut être considérée comme infiniment petite; aussi est-ce l'usage de ne travailler le devirage que d'un côté: mais il ne faut pas moins entendre bien la question; car s'il est pardonnable au charpentier d'être induit en erreur par des cas particuliers, cela ne peut être permis à des ingénieurs, ou à des personnes dans le cas de réfléchir plus profondément.

Il est ordinairement facile dans le dedans du vaisseau, qui n'offre guère que des parties concaves à revêtir, de tendre une ligne de la façon que nous l'avons prescrit, le long de l'espace à border, qui serve à déterminer le plan où se rapporte le devirage; & d'un autre côté il seroit difficile de s'y placer de manière à pouvoir bornoyer les branches d'équerre comme nous l'allons enseigner. En dehors ou dans tous les endroits qui présentent de la convexité, on ne peut tendre une ligne d'une manière analogue, puisqu'elle forme une corde; c'est pourquoi on la

fait tangente à l'une des extrémités, & on la dirige de manière que l'on puiſſe en même temps s'en ſervir à bornoyer l'autre extrémité & placer au milieu l'équerre (miſe à l'équerre carrée), comme il a été preſcrit : une des branches ſur la tranſverſale du milieu de la place à border, l'autre à toucher la ligne : le point donné par l'angle doit ſe trouver intercepté par la ligne en même temps que celui de l'extrémité oppoſée au point tangent : on porte une certaine quantité de points aſſujétis à la même condition, qui ſervent à mener le trait du gabariage de la pièce.

Mais la ligne tangente s'éloignant beaucoup du point de l'emplacement à border vers ſon extrémité oppoſée au point tangent, ſurtout ſi la place à border a une grande courbure, il ſeroit difficile de rapporter la branche d'équerre qui doit déterminer le devirage, à cette extrémité de la ligne : cette branche n'auroit pas aſſez de longueur; c'eſt pourquoi on ſe contente de bornoyer alors la branche de l'équerre carrée qui, placée au milieu de la ligne, où l'écart n'eſt pas encore trop conſidérable, la touchoit lorſqu'elle étoit tendue; on la bornoie, dis-je, avec la branche d'une ſeconde équerre dont l'autre branche eſt ſur la tranſverſale voiſine : cela détermine cet angle du devirage à cette tranſverſale; on paſſe à la tranſverſale ſuivante, où l'on place encore une autre équerre, avec laquelle on bornoie celle-là. Ayant toujours ainſi deux équerres en jeu : un charpentier contenant ſeulement celle qui doit guider, celui qui opère emploie la ſeconde : on voit que cette méthode donne également le devirage.

On emploie communément auſſi une autre méthode

pour déterminer les largeurs de la surface de la pièce qui doit porter sur la membrure, & la figure de ses côtés. Ici on a de la convexité, qu'il est toujours possible d'envelopper par une ligne; on préfère ce moyen à celui de la règle, d'autant plus volontiers qu'il offre une manière fort simple de se procurer une espèce de gabarit de cette surface. Ayant donc tendu une ligne, comme on auroit pu placer une règle (avec l'attention de la manier de distance en distance, pour obvier à l'inconvénient du frottement qui pourroit l'empêcher de se placer selon la ligne la plus courte d'une de ses extrémités à l'autre, qu'elle doit sans cela déterminer naturellement), on coupe de petits bouts de bois un peu plus gros qu'une plume, appelés buquettes, de la longueur de chaque transversale déterminée; ils doivent couper la ligne à angle droit; rapportant chaque buquette sur sa transversale, on y fait une coche à son intersection avec la ligne; on fait aussi des marques sur sa ligne à tous ces points d'intersection avec les transversales: enlevée de sa place, on la détort un peu à toutes ces marques pour y introduire les buquettes; la ligne ainsi armée de ses buquettes est représentée derechef sur la face à border, pour voir si tout va bien: on conçoit alors combien l'usage en est aisé pour travailler la surface de la pièce. Chaque buquette a une tête & une pointe, pour que l'on puisse toujours reconnoître comme elles doivent être posées: on voit que la ligne est une abscisse, & les buquettes des ordonnées.

On emploie les lignes à buquettes pour tout le bordage simple comme pour les pièces de tour.

Dans les endroits où l'on peut se dispenser d'employer des pièces de tour, quoique le bordage droit ne puisse s'y ranger sans être plié de force, on y parvient au moyen de bridoles & de coins que nous avons fait connoître.

TROISIÈME PARTIE.

Détails particuliers & Moyens de Vérification relativement à la mise en place des parties intégrantes du Vaisseau.

On a en quelque façon présenté dans la troisième Partie du premier Tome, le spectacle de la mise en place des différentes parties du vaisseau ; maintenant il faut, pour les personnes destinées à la construction, des détails plus particuliers d'opérations pratiques, & principalement sur les moyens de vérifier l'exécution de celles que nous avons décrites, auxquelles nous donnons ici quelqu'extension ; ce qui fera la matière des sept Chapitres suivans.

CHAPITRE PREMIER.

De la Vérification de la Position de l'Étrave.

On ne peut s'attendre que l'étrave mise en place avec des palans, & maniée seulement avec des cordages, comme on l'a fait voir dans le premier Tome, page 171 & suivantes, ait pris bien exactement la position qui lui convient :

Pl. III. pour la vérifier on mène un bout de ligne *Ll* (*fig.* 11.)

de chaque côté de l'étrave, le long du trait de la rablure de la quille, & que l'on prolonge de l'avant indéfiniment: il faut qu'elle ne fasse qu'effleurer la quille & l'étrave, sans forcer nulle part: la prolongation de ces deux lignes suivant cette condition, doit former deux parallèles, ayant partout entr'elles une distance égale à l'épaisseur de la quille & de l'étrave sur le droit: elles sont d'ailleurs dans sa direction.

On cloue sur chaque face de l'étrave, vers sa tête, une planchette *m n* qui supporte un fil à plomb; chacune des lignes de ces deux aplombs rasant la face intérieure de la planchette, doit arraser aussi la partie intérieure des lignes *L l*, ou l'étrave n'est pas comme elle doit être, dans un plan vertical. L'aplomb d'un bord ne touchant pas la ligne *L l*, celui de l'autre forcera sur celle qui est de son côté, & c'est de ce même côté que l'étrave a de l'inclinaison. Pour la redresser on frappe sur les coins du pied des accores, représentés à vue d'oiseau en *C C* (*fig.* 11'.) toujours de ce côté, dégageant les coins de l'autre, c'est-à-dire les retirant un peu à mesure qu'il est nécessaire; cette opération remet l'étrave dans sa position verticale; car si l'on frappe sur les coins du pied *p* ou *P* (*fig.* 11.) de l'accore *a* β, on conçoit que cela renvoie l'étrave du côté opposé. Parvenu par cette manœuvre à mettre l'étrave bien absolument dans un plan vertical, on en peut vérifier l'élancement comme on a fait lorsqu'elle étoit couchée sur le terrain [Voyez ci-devant page 74 & suivantes]. Ce n'est pas une affaire pour les charpentiers de monter à la tête de l'étrave, afin d'y attacher leur ligne, & généralement le long des accores pour quelque travail que ce soit; ils le font même avec beau-

coup de facilité en plantant des clous à taquets le long de leurs faces latérales : ils leur servent d'échelons. Si l'on trouvoit quelque chose de plus que l'élancement indiqué par le devis, ou le plan, on y remédieroit en forçant sur les coins de l'accore de l'avant; si au contraire il manquoit quelque chose à l'élancement, on moliroit les mêmes coins.

On comprend que ces accores s'élèvent à leurs places avec des palans frappés sur les bigues; c'est aussi avec un de ces palans, ordinairement celui zz' qui étoit amarré à la pièce inférieure de l'étrave, qu'on élève la pièce inférieure de la contr'étrave qui ne doit se mettre en place qu'après coup; elle double l'écart de l'étrave & du brion, & va elle-même écarver en ɛ avec la pièce de l'avant de la contre-quille.

CHAPITRE SECOND.

De la Distribution des Couples sur l'œuvre.

La distribution des couples se fait sur la quille & l'étrave, conformément à la détermination qui en est donnée dans le devis de construction, Chapitre premier de la deuxième Section de la première Partie, page 12; les 6 & 7 avant ont dû être marqués, ainsi que la perpendiculaire, sur le gabarit de l'étrave, & avoir été rapportés sur les pièces assemblées; ce qui a été facile, puisque ces sixième & septième couples sont projetés sur le tracé de l'étrave. *Voyez* le deuxième Paragraphe du Chapitre premier de la troisième Section de la première Partie, page 39 : du 6 donc, duquel on trouve le trait sur la partie droite du brion,

brion, on prend une diſtance de 10 pi. 1 po. ſur la quille vers l'arrière, où on fait un autre trait pour le cinq, & ainſi ſucceſſivement toujours les mêmes diſtances juſqu'au maître-avant; là on prend une diſtance de 12 pi. pour avoir le trait du maître-arrière; & enſuite toujours 10 pi. 1 po. juſqu'au 7 arrière. Du 7 arrière 13 pi. 10 po. pour avoir la perpendiculaire de l'étambot. Tous ces traits ſont rapportés ſur la contr'étrave, la contre-quille & les maſſifs qui peuvent la couvrir.

CHAPITRE TROISIÈME.

Du Perpignage du maître couple réglant la poſition des autres.

Pour établir le premier couple que l'on élève dans la ſituation qu'il doit avoir, on tend une ligne, d'un point déterminé des dedans du gabariage de l'allonge, proche de ſa tête, par exemple du point λ (*fig.* 44'.), à un point déterminé du trait du milieu de la contre-quille, qui doit régner dans toute ſa longueur, & dans un éloignement aſſez conſidérable du plan du gabariage du couple; on vérifie ſi le point du gabariage de l'allonge de l'autre bord, ſemblablement placé, eſt à la même diſtance du point déterminé ſur la contre-quille; ſi cela eſt, il eſt prouvé que le plan du gabariage eſt perpendiculaire au plan de la quille et de l'étrave, ou au plan vertical longitudinal, mais non pas qu'il ſoit perpendiculaire à la quille, comme cela ſe doit; ainſi il faut prendre la même diſtance ſur le trait du milieu de la contre-quille, du côté oppoſé à celui PL. XXVII.

où a été prise la première : du côté de l'avant, par exemple, si elle a été d'abord prise de celui de l'arrière. Le point que cette opération, appelée *perpignage*, détermine, doit être à une distance de ceux de stribord & babord du gabariage des allonges, égale à celle trouvée pour l'arrière (*a*). Il n'est guère possible que l'on rencontre cette précision tout de suite ; mais on y parvient en forçant les coins de pied d'accores, d'un côté, larguant ceux du côté opposé comme il convient ; procédé dont on doit concevoir l'effet, après avoir lu ce que nous avons dit concernant l'étrave.

Il seroit plus exact de se servir d'une règle, au lieu d'employer une ligne, en en soutenant le milieu avec une gaule armée d'une petite fourche, pour empêcher l'arc que pourroit lui faire prendre sa pesanteur. Cette opération faite avec soin & patience, donneroit la dernière précision, surtout si l'on balançoit le couple avec le grand compas, comme nous verrons bientôt qu'on le fait pour tous, lorsqu'ils sont en place & lissés.

Le premier couple mis en place dans un plan perpendiculaire à la quille, sert de règle pour celui qui le suit ; celui-là pour celui d'après, &c. ; il n'est question que d'établir les couples de manière que la distance entre leur gabariage à la tête des allonges, soit égale à leur distance au talon : par exemple ici, où suivant la distribution des couples, la distance de l'un à l'autre est 10 pi. 1 po., on peut avoir une règle de 10 pi. 1 po. de longueur, & observer

(*a*) On suppose que la contre-quille a la même hauteur à ces points de l'avant & de l'arrière ; s'il y avoit quelque différence, il faudroit y avoir égard.

s'il y a cette distance, au carré, à la tête de la deuxième allonge, du gabariage d'un couple à celui de l'autre : je dis *au carré :* ainsi, si la différence de largeur des deux couples que l'on vérifie est un peu considérable, il faut tendre une ligne à la tête des allonges du plus large, de stribord à babord, & c'est sur cette ligne (dans le gabariage) qu'on doit vérifier la distance : c'est, pour parler géométriquement, le côté d'un triangle rectangle dont l'hypothénuse est la distance au courant, entre les deux couples; & l'autre, la demi-différence des largeurs à l'endroit où se fait l'opération. On parvient à assurer ces distances entre les couples au moyen des accores.

On voit que les charpentiers sont à tous momens dans le cas de se porter à la tête des allonges; ils se font, comme nous l'avons déjà dit pour les accores, des marches en plantant des clous à taquets de distance en distance le long des couples.

On conçoit que le couple 7 se règle d'après sa distance au 6; mais il faut se rappeler l'observation relative à son pied, que nous avons faite page 24 du premier Tome.

On sent bien que l'on met successivement ces couples en place en faisant marcher les bigues par leur travers.

Pour empêcher que l'ébranlement dans le travail ne dérange en quelque chose la position où les maintiennent les accores, on les lie par en haut, en attendant qu'on lisse, avec des lattes ou bouts de croutes de chêne cloués sur les allonges.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Du Lissage en cabrions & pièces de tour.

Lorsque toutes ces parties qui forment le fond du vaisseau sont bien en place, du maître-avant à l'étrave, on s'occupe du lissage ; il ne faut pas oublier ce que c'est que les lisses, ni perdre de vue ce que nous en avons dit :
Pl. I. ce sont les pièces *L l* (*fig.* 1.) qui, croisant les couples $\alpha \beta \gamma$, ceignent le vaisseau dans plusieurs endroits & forment les courbes 5 *l* 5 *V VL*, 4 *l* 4 *I V IVL*, &c.
Pl. VI. (*fig.* 23.) gisant dans des plans, au moins pour la carène. Les points d'intersection de leur can supérieur avec le gabariage des couples, sont marqués sur chaque pièce de
Pl. I. membrure, comme on le voit en *f l* & 1e. *l* (*fig.* 15, 16 & 17.), & on les retrouve sur les couples de levée. Il ne paroît donc être question que d'appliquer sur la membrure, en les faisant passer par ces points, des pièces pliantes & de longueur, & de les y fixer ; on emploie pour cela des cabrions de sap qui peuvent avoir cinq pouces d'équarrissage ; afin de les faire plier, on les lie sur un bout de bois rond, placé en dedans de la membrure, pour former une bridole, telle que celles que nous avons décrites pour l'assemblage des pièces de quille, page 70, & que l'on voit *fig.* 3 & 5 ; en frappant des coins entre les bouts de bois & la membrure, on fait joindre les lisses, lesquelles, exactement sur le point qui leur appartient, sont arrêtées par un clou dans chacune des pièces de cette membrure ; il traverse la lisse, & pénètre jusqu'à la moitié de l'épaisseur de la pièce ; on fait ce clouage sur *chas-*

fetereau ou *chaſſereau;* c'eſt-à-dire que la tête du clou & la liſſe ſont interceptées par un petit bout de planche appelé *chaſſetereau:* on prend cette précaution pour pouvoir enlever facilement les liſſes, parce que, lorſqu'il s'agit de le faire, on fend le *chaſſetereau* avec une hache, &, ayant dégarni le clou, il reſte entre ſa tête & la liſſe un jour où il eſt aiſé d'introduire une pince pour enlever ce clou. Les liſſes clouées ſur le fond du vaiſſeau, on y met des accores dans la tête deſquelles ſont pratiqués des adents où ſont reçues les liſſes. Le bout d'accore *A* (*fig.* 15.) & la coupe *L* de la liſſe donnent une idée de cet établiſſement.

Les pièces de liſſes s'aſſemblent entr'elles par des écarts plats ſuivant leur hauteur, comme les pièces de quille, & d'environ 3 pieds, cloués de trois clous qui traverſent l'écart qui recouvre, & entrent juſqu'aux deux tiers de l'épaiſſeur de l'autre; de plus ces écarts ſont fortifiés par des pièces de même longueur ſur le droit que la liſſe; d'un peu moins d'épaiſſeur; de 4 à 6 pieds de longueur. Elles les doublent ſur leur face extérieure, & y ſont clouées par des clous qui y pénètrent juſqu'aux deux tiers de leur épaiſſeur.

Si la courbure du vaiſſeau pouvoit permettre d'y appliquer partout des bois droits en les faiſant plier, nous n'aurions rien à ajouter à ce que nous venons de dire des liſſes; leurs points d'aboutiſſement dans la rablure de l'étrave & de l'étambot ſont marqués, comme ceux d'interſection, ſur les couples; ainſi on a tout ce qu'il faut pour ranger & arrêter celles dont l'arc n'eſt pas conſidérable. Mais où la courbure eſt grande, les cabrions ne ſont plus de miſe.

Confidérons, par exemple, la partie de l'avant de la quatrième liffe *IVL IV* (*fig.* 13.); elle ne peut fe faire qu'avec des bois tors ou pièces de tour. On les travaille fur gabarir, équerrage, dévirage, objets des trois Paragraphes fuivans.

PL. VI.

I.

Du Gabariage des liſſes de tour.

PL. XXIII. On en fait le gabarit *GA* (*fig.* 45'.), fur lequel on rapporte les prolongations des traits de projection des couples 7 *L*, 6 *L*, 5 λ pour conferver leurs fituations relativement à la courbure de la liffe, qui doivent guider dans la pofition d'une des branches de l'équerre dont on fe fervira pour déterminer l'équerrage; car cet équerrage de la liffe eft un angle, dans le plan du gabariage du couple, formé par le trait de ce gabariage [confidéré comme une droite dans le petit efpace de l'épaiffeur de la liffe], & la ligne de l'interfection du plan du gabariage avec le plan de la liffe.

I I.

De l'Equerrage des liſſes de tour.

Afin d'avoir cet équerrage, on prendra donc fur le vertical (*fig.* XIII, ou XIII', à plus grand point, calquée fur la *fig.* 13, Pl. IV.) l'angle ω 7 ⫰, pour celui de cette quatrième liffe au 7 avant; femblablement l'angle ω 6 ⫰ pour l'équerrage au 6; l'angle ω 5 ⫰ pour l'équerrage au 5, &c. Ces équerrages fe portent fur le gabarit *fig.* 45'; ils y font marqués par les mêmes caractères.

PL. XXXVIII. PL. XXIII.

Au moyen de ce gabarit on cherche la pièce, ou les pièces qui peuvent y convenir. On les travaille ſur le droit, leur laiſſant plus de largeur dans ce ſens qu'aux liſſes droites, parce que, comme on va le voir, on eſt obligé de mettre encore du bois à bas dans ce ſens. Après avoir travaillé la pièce ſur le droit, je ſuppoſe qu'une ſeule ſuffiſe, on y remet le gabarit de façon à trouver du bois en dedans pour l'équerrage; car on voit bien que c'eſt ſon intérieur ou ſa concavité qui eſt la partie intéreſſante; on trace le contour qu'il donne ſur la face du droit, y rapportant auſſi les traits *l* 7, *L* 6, λ 5; on fait des coches dans la pièce, juſqu'aux points qui reviennent à ceux 7, 6, 5 du gabarit; & d'abord d'une ouverture d'équerre ω 7 ψ, une de ſes branches poſées ſelon le trait 7 *l*, & l'autre dans une perpendiculaire à la face plane, on détermine & travaille le fond de la coche, & puis on en fait autant en *L* 6, enſuite en λ 5. On prend, ſi l'on veut, des équerrages intermédiaires pour avoir plus d'exactitude dans ſon opération; enfin l'on s'y conduit comme nous l'avons vu pour les pièces des couples, abattant le bois entre les coches & les lignes tracées ſur les faces du droit: donnant à la pièce quelque choſe de plus ſur le tour qu'aux liſſes droites, on en travaille le dehors, & alors elle eſt en état d'être appliquée à ſa place.

III.

Du Dévirage des liſſes de tour.

Cependant il y reſte encore quelque choſe à faire. Les bordages droits étant travaillés à équerre carrée, étant, pour parler géométriquement, des parallélipipèdes rec-

tangles, les ſections qu'on y peut imaginer par les plans où giſent les gabariages des couples, ſont des rectangles, dont une portion de ce gabariage, aſſez petite pour être conſidérée comme droite, forme un des côtés : la coupe

Pl. XXXVIII. ω φ ξ ψ (*fig.* XLIII, calquée ſur la *fig.* 43, Pl. XII.) d'un bordage, par le plan où gît le gabariage du maître couple, fait avec la petite partie ω ψ du gabariage, les angles droits φ ω ψ, ξ ψ ω. Les pièces de tour faiſant la prolongation des virures du bordage ordinaire, doivent former de pareils angles droits avec les gabariages; & comme les liſſes ſervent de guide dans l'opération de border, il faut qu'elles donnent les mêmes angles droits : c'eſt ce que font naturellement celles formées de cabrions. Quant à celles de tour, après les avoir travaillées comme nous venons de l'expliquer, conſervant l'arête de la partie intérieure du lit ſupérieur, & l'arête extérieure du lit inférieur, ainſi que les faces courbes du dehors & du dedans, on travaille les faces planes ou du droit à équerre carrée de cette manière : on met ſon équerre à angle droit, toujours dans un plan perpendiculaire à la face du droit ; on poſe une de ſes branches ſur une des faces courbes ou du tour; par exemple, d'abord ſur celle concave & pour le couple 7; ainſi cette branche paſſant par le point qui revient à celui du gabarit

Pl. XXIII. 7 (*fig.* 45'.), l'autre branche va ſelon 7 *l*, & par conſéquent touche la pièce au point qui revient à *l*: mais comme cette équerre eſt à angle droit, & que celui de la liſſe eſt ouvert, il y a du jour en 7, entre la face du droit de la pièce & la branche de l'équerre qui va ſelon *l* 7; il faut faire une coche vers *l*, d'une profondeur égale à ce jour, & en

travailler

travailler le fond ſelon *l* 7 à l'équerre carrée ou à angle droit. Pour rendre ceci plus ſenſible, conſidérons une ſection de cette liſſe par le plan du gabariage du 7 avant: cette coupe de liſſe, avant d'être miſe à angle droit, eſt repréſentée par le loſange ⳩ 7 ω ξ (*fig.* XIII, ou XIII', calquée ſur la *fig.* 13, Pl. IV.); l'équerre, par conſéquent, diſpoſée comme nous l'avons dit, laiſſe un jour 77' égal à ⳩ ⳩'; & il faut faire la coche de cette profondeur, & en travailler le fond ſelon 7 ⳩'. Après cela en plaçant l'équerre, une de ſes branches ſur la partie extérieure, & l'autre paſſant par le point ω, on voit qu'il y a pareillement une partie ω ω' à cocher, & le fond de la coche ξ ω' à travailler. Au moyen de quoi on réduit la ſection de la liſſe au carré 7 ⳩' ξ ω': on fait la même opération pour les traits 6 *L*, 5 λ (*fig.* 45'.). Il convient d'en faire d'autres intermédiaires, comme nous l'avons expliqué ci-devant; & faiſant paſſer un trait par le fond des coches, ſur chaque face du tour, il ne reſte qu'à abattre le bois entre ces traits, le fond des coches & les arêtes qui ont été conſervées, les coches ſe réduiſant à rien.

Pl. IV.

Pl. XXIII.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Du Balancement.

DANS les vaiſſeaux du rang de celui dont nous nous occupons, on balance d'abord les fonds, & après y avoir ajuſté les allonges, comme il eſt dit dans le premier Tome, page 177, on y place les planches d'ouverture; on échafaude & on balance l'enſemble des couples: c'eſt le ſujet des quatre Paragraphes ſuivans.

I.

Du Balancement des Fonds.

Les fonds de cette partie de l'avant du vaiſſeau ſur lequel nous nous exerçons, liſſés, on en fait un balancement
Pl. XXVII. préalable. Pour cela, en ſuppoſant le couple (*fig.* 44'.) élevé ſur la quille, on y place le grand compas dans un plan vertical, ſes pointes dans les mêmes coches où elles avoient été reçues quand le couple étoit couché ſur le terrain; du centre de ſa tête tombe un fil à-plomb, ou plutôt une ligne terminée par un plomb peſant, pointu, & dont la pointe ſe trouve preſque à effleurer la partie ſupérieure de la contre-quille. Si le couple ne baiſſe pas plus d'un côté que de l'autre, la pointe du plomb eſt ſur le trait du milieu de la contre-quille; s'il en eſt autrement, il faut le manœuvrer avec les accores, pour l'amener à ce degré de perfection. On ſait comment cela ſe fait.

I I.

De la Miſe en place des planches d'ouverture.

Les allonges élevées et chevillées à leur place (Voyez comme il vient d'être dit, page 177 du premier Tome), on hiſſe, toujours avec les palans des bigues, les planches d'ouverture, que l'on fixe définitivement en place, comme nous l'avons dit lorſque nous nous ſommes occupés de l'aſſemblage du couple ſur le terrain.

On procède de même à chaque couple; on liſſe, on ac-

core le fort. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit concernant ces opérations.

I I I.

Des Echafaudages.

Cela fait, on échafaude, c'eſt-à-dire que l'on fixe ſolidement des traverſes, une des extrémités de chacune ſur les faces du droit des couples de levées, l'autre ſur des matéreaux mâtés à 5 ou 6 pieds du vaiſſeau, & ainſi tout autour; on jette des planches d'échafaudage ſur ces traverſes: on échafaude à pluſieurs étages, ſelon les hauteurs où l'on a à travailler. A la tête des matéreaux ſont frappés des palans que l'on trouve au beſoin.

I V.

Du Balancement de l'enſemble des couples.

On finit par balancer cette partie de l'avant, avant de paſſer à celle de l'arrière. Pour cet effet, on laiſſe tomber du trait du milieu de chaque planche d'ouverture, des à-plombs, dont la pointe du plomb touche preſque la contre-quille; ces plombs ont un trou à leur tête(un anneau feroit mieux), par lequel paſſe la ligne; elle eſt fixée par un de ſes bouts ſur la planche d'ouverture; on fait courir l'autre bout dans le trou du plomb, & on ne l'arrête que quand il ſe trouve bien à la hauteur convenable : très-près, ſans toucher la contre-quille. On ſe ſert encore du compas dont on arrange de même le fil à-plomb. On fait

une ſtation à chaque couple; quatre hommes y portent le compas. Les plombs de ce compas, des règles du fort & du plat-bord, doivent tomber ſur la ligne du milieu de la contre-quille: ſi c'eſt dans l'à-plomb du compas qu'il y a quelqu'irrégularité, on frappe ſur les coins de l'accore du fond du côté vers lequel le plomb s'écarte, larguant ceux de l'autre bord : pour ramener les à-plombs du fort & du plat-bord ſur le trait du milieu, on force les accores du fort & intermédiaires, du côté où il s'en éloigne. Quand on a réglé un couple on paſſe à l'autre, et ainſi ſucceſſivement. Cette opération achevée & bien faite, tous ces fils à-plomb doivent être dans un même plan : c'eſt encore une vérification que de les bornoyer.

Les couples de l'arrière s'aſſemblent, ſe mettent en place, ſe liſſent, ſe balancent comme ceux de l'avant, toutefois ayant élevé l'arcaſſe en ſon lieu, comme il a été décrit page 177 du premier Tome, & ayant vérifié ſa poſition, &c. ce dont nous allons parler dans le Chapitre ſuivant.

CHAPITRE SIXIÈME.

De la Vérification de la poſition de l'étambot & de l'arcaſſe; des pièces de Charpente au-deſſous des barres; du Chevillage après la miſe en place.

La méthode d'accorage, après avoir élevé l'arcaſſe en ſon lieu, ſelon ce que nous avons décrit dans le premier Tome, page 177 & ſuivantes, procure toute facilité pour vérifier la quête de l'étambot, balancer, perpigner ce ſyſtème. Il a à recevoir une courbe en deſſous du fourcat,

& eſt lié par un chevillage particulier ; c'eſt de ces vérifications & de ce dernier travail dont nous allons parler dans les cinq Paragraphes ſuivans.

I.

De la Vérification de la quête de l'étambot.

La vérification de la quête de l'étambot ſe fait abſolument comme on a vu que ſe faiſoit celle de l'élancement de l'étrave, avec une ligne tendue, repréſentant la perpendiculaire & une grande équerre *N* [*fig.* 9.]. La quête doit ſe trouver ſur la branche *R'' B'*, comme s'eſt trouvé l'élancement : l'autre branche ſe confondant avec la ligne repréſentant la perpendiculaire. Cette perpendiculaire de l'étambot eſt, d'après le devis, à une diſtance de 26 pi. 6 po. 6 lig. du deſſus de la quille, ſur le trait extérieur de l'étambot, & la quête eſt de 2 pieds; ſi dans la vérification on trouve davantage de quête que ces 2 pieds, on frappe ſur les coins des accores de l'arrière, moliſſant ceux de l'avant, *& vice verſa.* PL. I.

I I.

Du Balancement de l'arcaſſe.

Le balancement ſe fait également d'une manière analogue à celui de l'étrave, en clouant à la tête de l'étambot des planchettes telles que celles *m n* [*fig.* 11.] pour l'étrave, auxquelles doivent être amarrées des lignes à-plomb, qui doivent en raſer d'autres dans la direction des faces latérales de la quille : on fait ce qu'il y a à faire pour amener le ſyſtème à cet à-plomb. PL. III.

III.

Du Perpignage de l'arcasse.

Pour perpigner, on laisse tomber de deux points bien semblablement placés à chaque extrémité de la lisse d'hourdy, des lignes à-plomb ; une par conséquent du côté de stribord, l'autre de celui de babord, mettant le bout d'une règle, maintenue horizontalement, à une de ces lignes ; son autre extrémité sur le trait du milieu de la contre-quille ; cette règle déterminera sur ce trait un point qui doit se trouver à la même distance, donnée par la longueur de la règle, de l'autre fil à-plomb : si la distance est plus grande, il faut de ce côté molir les coins des accores de l'avant, forcer ceux de l'arrière ; et tout au contraire de l'autre bord : si la distance est moindre, on opère d'une manière opposée.

IV.

De la Courbe au-dessous des barres ou courbes d'étambot.

Lorsqu'on est parvenu à l'exactitude nécessaire, on lie l'étambot à la quille avec une courbe établie dans l'angle
Pl. IX. *P L u* (*fig.* 28.) appelée courbe d'étambot (Voyez cette
Pl. II & X. courbe *fig.* 10 & 32.) ; sa branche le long de l'étambot doit être assez longue pour que son extrémité joigne l'oreiller du fourcat ; il faut aussi dans celle qui va selon la quille, le plus de longueur & de force qu'il est possible. Si cette pièce est aussi belle qu'il est à désirer, pour sa grandeur & pour son gabarit, on écarte sa branche de la quille, avec

la contre-quille, dont cette branche fait la prolongation; si la branche de l'étambot se trouvoit un peu courte, ou que l'angle de la courbe fût un peu trop ouvert, on prolongeroit la contre-quille, avec un massif qui devroit fournir à sa jonction au contr'étambot, le plus de hauteur possible; on établiroit dessus ce massif cette courbe, travaillant sa place dans le massif, & touchant aux branches le moins qu'il se pourroit, afin de ne les point affoiblir.

V.

Du Chevillage après la mise en place.

On cheville la courbe de l'étambot : sa branche sur la quille ou la contre-quille, avec des chevilles à grille de 15 pouces en 15 pouces qui traversent cette branche, le massif, s'il y en a un, & pénètrent dans la quille jusqu'à trois pouces de son lit inférieur; la cheville, près le collet, va en biaisant vers le talon du vaisseau; celle de l'extrémité de la branche est frappée verticalement; celles intermédiaires ont d'autant plus d'obliquité dans leur position, qu'elles avoisinent davantage celles du collet. Ces chevilles doivent avoir 15 à 17 lignes à leur collet, & de 12 à 13 au petit bout, suivant leur longueur, moindre comme on le sent bien pour celles de l'avant que pour celles près de l'angle. La branche de la courbe le long du contr'étambot est chevillée à demeure avec deux chevilles frappées par le dehors de l'étambot; la première à 15 ou 20 pouces de hauteur sur la quille, suivant qu'il y a plus ou moins de garniture sous la courbe; elle traverse l'étambot, le contr'étambot & le collet de la courbure, dessus lequel

elle se rive sur virole; l'autre est frappée à 15 pouces plus haut, & se rive de même sur la branche. On peut reconnoître toutes ces chevilles dans les lignes ponctuées *x* (*fig.* 32.) ainsi que dans la *fig.* 10. Une troisième cheville sur la branche verticale, mais destinée à être repoussée, traverse encore les mêmes pièces à la moitié de la longueur de la branche de la courbe.

PL. XII.

L'arcasse ainsi liée & accorée, on largue l'appareil, le dépasse & amène les bigues, filant leurs haubans vers l'arrière, & abraquant ceux vers l'avant.

Il n'y a plus qu'à travailler, assembler, mettre en place, balancer, perpigner, lisser les couples de l'arrière, & le travail de la levée des couples sera fini.

CHAPITRE SEPTIÈME.

De la Mise à bord des baux.

DANS le boisage du vaisseau, on laisse une ouverture entre les deux maîtres & la première & troisième lisses, que l'on ne clòt que lorsque les baux & autres pièces considérables sont entrées dans le bâtiment. On établit une plate-forme, en plan incliné, sur de forts plançons bien accorés, allant du dehors en dedans du vaisseau par cette ouverture; elle porte sur un longis établi sur les faux baux lorsqu'ils sont en place; mais d'abord, & pour servir à l'introduction de ces mêmes faux baux, le longis est soutenu par deux des traverses de l'échafaudage que l'on fait dans la cale, à quelques pieds en contrebas du faux-pont pour son établissement. Cet échafaudage doit être solide & bien épontillé.

On

On fait gliſſer les baux ſur cette plate-forme, au moyen de palans frappés ſur le côté oppoſé à l'ouverture ; & la pièce une fois dedans, on la manie avec d'autres palans frappés des deux bords, tendant à l'amener vers l'extrémité du vaiſſeau où elle doit aller.

QUATRIÈME PARTIE.

COMPLÉMENT d'applications de l'Hydroſtatique aux calculs qui intéreſſent la ſtabilité ou l'équilibre des Bâtimens de mer dans différentes circonſtances.

NOUS avons enſeigné dans la troiſième Partie du premier Tome, à calculer le déplacement des bâtimens de mer & à déterminer leur métacentre ; mais nous n'avons dit qu'un mot, page 251, de la recherche du centre de gravité de ſyſtème, ſans la détermination duquel cependant on ne peut connoître la force de ſtabilité ni l'état d'équilibre du navire dans les différentes circonſtances où il ſe trouve ; nous avons fait voir que cela nous engageroit dans la compoſition d'un traité complet du navire armé.

Cependant il eſt indiſpenſable de mettre ſur la voie au moins les perſonnes qui ſe deſtinent à conſtruire ou à faire conſtruire, que nous avons en vue maintenant. Ainſi nous avons entrepris de réduire des calculs effrayans par l'immenſité des élémens, en maſſant leurs différens objets, en faiſant des ſuppoſitions dictées par une pratique longue & réfléchie : nous avons, dis-je, réduit ces calculs

de manière à ne pas rebuter par leur longueur, & avec l'attention la plus ſcrupuleuſe à indiquer les ſources où nous en avons puiſé les baſes. Peut-être ſeroit-il bon de les raſſembler, de les réunir dans une eſpèce de répertoire qui formeroit le traité de l'hydroſtatique du navire que nous déſirons : ce ne ſeroit pas un ouvrage d'une rédaction difficile ; mais on ne peut l'obtenir que de la munificence du gouvernement, parce que n'étant néceſſaire qu'à un petit nombre de perſonnes, il ſe vendroit avec une telle lenteur que l'Entrepreneur, je penſe, ſe conſommeroit en intérêts. Mais revenons à celui-ci.

Nous nous occupons dans cette partie de la recherche de la ſtabilité latérale d'un bâtiment de mer armé en guerre, comprenant celle de ſon centre de gravité de ſyſtème, pour avoir le moment de ſa diſtance au métacentre, multiplié par ſon poids : expreſſion de cette ſtabilité : ce ſera l'objet de la première ſection.

De celle de l'aſſiette que prendra un bâtiment de mer à ſa miſe à l'eau, c'eſt-à-dire ſes tirans d'eau de l'arrière & de l'avant : c'eſt le ſujet de la ſeconde.

Dans la troiſième nous recherchons l'équilibre d'un bâtiment de mer abattu en carène, c'eſt-à-dire les poids à la tête des mâts, repréſentés par l'immerſion des pontons pour le maintenir dans une inclinaiſon donnée, la quille ſuffiſamment éventée & horizontalement.

PREMIÈRE SECTION.

De la Recherche de la ſtabilité latérale d'un Bâtiment de mer armé en guerre, comprenant celle de ſon centre de gravité de ſyſtème, pour avoir le moment de ſa diſtance au métacentre multipliée par ſon poids : expreſſion de cette ſtabilité, & de l'uſage qu'on en peut tirer.

Il faut d'abord tracer exactement les différens plans du bâtiment donné, en déterminer l'armement & la hauteur de batterie ; d'après quoi on en calcule le déplacement, le centre de gravité de ce déplacement, la distance au métacentre, l'échelle de solidité. Pour avoir des réſultats exacts, il convient de faire des plans hors bordage ; car, à de certaines ordonnées, l'addition ſimple de l'épaiſſeur du bordage ne donne pas la moitié de ce qu'elle eſt au courant deſdites ordonnées.

Enſuite on recherche le poids & le centre de gravité de ſyſtème :

1°. De la coque que l'on diviſe en ſa carcaſſe ou charpente du coffre, & les ponts ou planchers.

2°. Des objets de la cale ; ſavoir, leſt de fer, leſt de pierre, charge ou munitions de guerre et de bouche.

3°. De l'artillerie par batterie.

4°. De la mâture, comprenant : mâts, vergues, chaînes de haubans, greemens de mâts & vergues, voiles.

5°. Des hunes.

6°. Des câbles, manœuvres de rechange, de combats.

7°. Du doublage en cuivre.

8°. Des ancres.

9°. Des chaloupes & canots.

10°. De l'équipage.

11°. Du bastingage.

12°. Du bois d'arrimage.

Tous ces centres de gravité, pour la solution de notre question, n'exigent une détermination que par rapport à un plan horizontal : cependant, pour des besoins à venir, il est bon de déterminer celui de la coque, aussi par rapport à un plan vertical-latitudinal.

CHAPITRE PREMIER.

Du Poids & du Centre de gravité de la Coque.

On considère la coque du navire comme divisée en sa carcasse & les ponts. La carcasse est toute la charpente qui en forme le coffre ; la coque comprend avec la carcasse, les ponts ou planchers qui y sont établis par étage, les emménagemens.

I.

Du Poids & du Centre de gravité de la Carcasse.

Je suppose que vous avez un plan du bâtiment dont vous voulez vous procurer le centre de gravité de coque, tracé suivant l'usage des Ingénieurs de vaisseaux ; que vous en avez les échantillons des pièces.

Calquez votre plan vertical-latitudinal à tous les points de rencontre de la projection des lisses avec celle des

couples ; aux points extrêmes des lignes du milieu, des côtés, du dessus & du dessous de la quille : cela conduit à la construction de la figure 89. PL. XXVIII.

Le coltis est à une distance de celui qui le précède ordinairement moindre que celle observée constamment entre les autres couples ; il y a assez communément un faux couple de l'arrière dans le même cas. Il convient, pour l'exactitude du calcul, de tracer sur les plans des faux couples de l'avant & de l'arrière à cette distance commune, & de les rapporter comme les autres couples sur la figure 89, en place du coltis & du premier faux couple arrière.

Calculez l'épaisseur de la charpente à chaque lisse, par exemple pour notre figure d'abord à la fausse lisse *L l*. (*Voyez* le Tableau I, pour le calcul par lisse.)

La varangue a d'équarrissage........	0,298 mètres.
Epaisseur du vaigre................	0,081
Epaisseur du bordage...............	0,081
TOTAL pour l'épaisseur de la charpente.	0,460
Dont la moitié est................	0,230

Il est question de calculer la solidité & le poids de chaque pan ou portion de charpente compris entre les couples de levée & entre les lisses; pour cette fausse lisse, entr'elle & le trait de la rablure de la quille ; d'avoir le centre de gravité de ce pan de charpente, & d'en prendre la distance à quelque plan horizontal, à quelque plan vertical - latitudinal. Commençons par celle à un plan horizontal, que nous supposerons passer par le trait du dessous de la quille, par laquelle distance vous mul-

tipliez le poids du pan de charpente pour en avoir un moment; faisant à l'ordinaire la somme des momens de toutes ces portions de charpente & la divisant par la somme de leur poids, vous aurez la hauteur du centre de gravité de système de toute la partie de la coque qui présente le plus d'embarras pour cette opération : la carcasse.

Considérons donc qu'à cette fausse quille, au maître arrière comme aux autres couples, le pan de charpente a d'épaisseur 0,46 mètres; de hauteur, la partie du couple (nous dirons tout-à-l'heure comme il faut faire le tracé de ces couples) ou ici du maître, Lm, comprise entre la lisse & la rablure; et de longueur la distance entre les couples, qui est de 2,64 mètres (a). Cette longueur est

(a) Ceci n'est point d'une exactitude scrupuleuse; la distance entre les couples n'est que la projection de la longueur du pan de charpente, qui en diffère assez sensiblement de l'avant & de l'arrière : par cette négligence, le résultat du calcul est moindre : mais d'un autre côté, en donnant une épaisseur constante à tous les pans de charpente compris entre les mêmes deux lisses, dans la pince de l'avant & les façons de l'arrière, on a une épaisseur trop forte, puisque dans l'espace où le bâtiment est le plus pincé, il n'a pas même l'épaisseur du pan de charpente; cependant ces pans de charpente sont comptés doubles : un pour chaque bord. Ceci donne du trop dans le résultat, & comme il doit faire un peu plus que compensation, au lieu de donner pour l'épaisseur du pan de charpente, la moyenne de celle prise à la lisse supérieure & à celle inférieure : au fond la moyenne de celle de la fausse lisse ou la première, & de celle prise au talon : on emploie l'épaisseur de la lisse bornant le pan de charpente dans la partie supérieure.

Quant à la considération de ces portions comme des rectangles, quoiqu'elles soient des trapézoïdes, on conçoit que leur hauteur étant prise au milieu, on a la même surface; & quant au petit triangle qui manque de l'arrière dans la partie de l'arrière, il manque aussi de l'avant dans la partie de l'avant, & cela ne peut donner un défaut sensible dans la position du centre de gravité. Ce petit triangle manquant d'un côté de l'axe du pan de charpente, est aussi de plus de l'autre côté de cet axe dans le plan de charpente que l'on considère.

constante pour tout le bâtiment; l'épaisseur est constante pour chaque entre-deux de lisses.

Le centre de gravité gît à la moitié à-peu-près de l'épaisseur du pan de charpente; il est à la moitié de sa hauteur : pour le maître arrière entre la fausse lisse & la rablure, à la moitié de la ligne Lm, parce que nous supposons la moitié des portions de charpente de l'arrière des couples, l'autre moitié de l'avant : dans la partie que nous considérons en ce moment, la moitié court du maître arrière au maître avant, l'autre du maître arrière au premier arrière.

En voilà assez pour voir l'arrangement de tous ces prismes quadrilatères.

Mais il ne doit pas échapper qu'ils ne sont pas *plein bois*. Il y a des mailles dont il faut faire soustraction.

Dressons notre plan & calculons.

Ce ne sont pas les parties du périmètre des couples qui peuvent être considérées comme axe du pan de charpente où gît son centre de gravité: cette ligne doit être à la moitié de l'épaisseur de cette charpente à-peu-près : cette épaisseur entre la fausse quille & la rablure de la quille est, comme nous l'avons vu plus haut, 0,46 mètres; l'axe doit donc être à 0,23 mètres de la superficie extérieure du bordage, ou à 0,149 mètres du gabariage du couple, vu que le bordage à 0,081 mètres. Cependant il est bon de ne prendre que 0,140 mètres, en général un quatorzième de moins, & par rapport à la courbure que l'on néglige, & par rapport au développement extérieur de la charpente qui a plus d'amplitude que celui de l'intérieur, surtout si le vaigre a un

peu moins d'épaisseur que le bordage : causes qui font baisser le centre de gravité.

Du point 7 de rencontre du 7e couple arrière avec la fausse lisse, vous prenez donc 0,140 mètres de 7 en 7'; vous faites de même à tous les autres points des couples sur ladite fausse lisse. Vous prenez de plus du dessus de la quille jusqu'en *m* une distance de $\frac{1}{2}$(0,081 + 0,487 + 0,081) — 0,081 = 0,243 pour moitié de la hauteur verticale au talon de 0,487, (Tableau I.); par tous les nouveaux points sur la lisse que cette opération donnera, vous tirerez des droites au point *m*.

Par tous ces mêmes points vous tirerez des droites à des points semblables, que vous vous êtes procurés par un moyen analogue sur la première lisse *I* 1, & ainsi de même pour les autres parties de couples, de lisse en lisse, de l'arrière & de l'avant, observant qu'il est d'une exactitude scrupuleuse d'avoir égard à l'épaisseur de la charpente, qui diminue en montant pour la rentrée des axes des pans de charpente, par exemple à la cinquième lisse: préceintes 0,163 mètres; serres 0,163 mètres; membrure 0,231 : cela fait 0,557, dont la moitié est 0,278 : soustraction faite des 0,163 de préceintes, c'est 0,115 mètres, ou un peu moins, dont il faut que le trait soit en dedans du gabariage du couple. (Tableau II.)

A la batterie ou 7e lisse où la membrure à 0,189 mètres, le bordage 0,068 mètres, le vaigre aussi 0,068 mètres, il ne faut le rentrer que de 0,094 au plus. (Voyez d'ailleurs le Tableau II.)

L'opération donc consiste, comme on le voit par le calcul plus haut, à ajouter (à chaque lisse) à l'épaisseur du bordage

bordage & du vaigre, celle de la membrure, & à prendre la moitié de la somme. On a vu ensuite qu'on soustrayoit de cette moitié l'épaisseur du bordage, qui n'est pas compris dans le plan: le reste détermine la rentrée du point 7 au point 7′ & autres rentrées semblables. On a vu qu'il convenoit de rentrer les points, & par conséquent le trait de quelque chose de moins, & on en a dit la raison.

Venons à la considération de la maille.

Les pans de bois, élémens de la charpente du bâtiment, ne forment pas un *plein bois;* ainsi en réduisant la solidité en une quantité pesante d'après le rapport connu de la pesanteur spécifique des bois, y compris les fers, à un certain volume, leur poids seroit trop fort; il faut en faire une déduction pour les mailles; on a toutes les données pour faire la cubature de ce vide.

Dans 2,64 mètres de distance entre les couples, on a, avec le couple de levée, je suppose trois couples de remplissage; ce qui produit quatre mailles.

Attachons-nous toujours au pan de bois entre la fausse lisse & la rablure de la quille, ayant pour axe *L m.*

A cette lisse nous donnons 0,298 mètres d'équarrissage de membrure.

De là, pour le couple sur le droit....	0,596	
Pour les quatre couples...........	2,384	} 2,64
Différence à la distance entre les couples, 2,64....................	0,256	
De laquelle quantité, le quart pour une des dimensions de la maille est....	0,064.	

Les 0,298 mètres sur le tour font son autre dimension, qui donneront la quadrature transversale; par conséquent

cette ſection tranſverſale eſt de 0,0191 mètres carrés, ou tout de ſuire pour les quatre mailles 4 × 0,64 × 0,298 = 0,256 × 0,298 = 0,076288 mètres carrés, ou 0,076 mètres.

Pour le plan ou la ſection tranſverſale du pan de charpente : 2,64 mètres × 0,460 mètres.... 1,214 m. c.

A déduire pour les quatre mailles.... 0,076

Section réduite du pan de charpente . 1,138

Il faut maintenant multiplier cette ſurface 1,138 par la ligne Lm, hauteur du pan de charpente.

Prenez-en la longueur ; elle ſe trouve de 1,137 mètres ; 1,138 mètres carrés, × 1,137 mètres = 1,294 mètres, ſolidité du pan de charpente en queſtion.

Marquez en c' le milieu de la ligne Lm ; prenez la diſtance $c'\ C'$ de ce point c' à la projection du plan paſſant par le deſſous de la quille ; cette diſtance eſt de 0,887 mètres ; 1,294 mètres carrés, × 0,887 mètres = 1,148.

C'eſt le moment cherché relativement au plan paſſant par le deſſous de la quille du pan de charpente, dont nous venons de nous occuper.

On pourroit le multiplier par la peſanteur du mètre cube eſtimé du bois y compris le fer ; mais il eſt auſſi poſſible de rejeter cette réduction à la fin du calcul.

En ſuivant pied à pied cette inſtruction, on aura les poids & les momens de tous les pans de bois, élémens de la charpente du bâtiment ; diviſant la ſomme des momens par celle des poids, on aura la hauteur du centre de gravité.

Afin de rendre par la méthode l'opération plus facile, nous joignons ici des tableaux (& auxquels nous avons déjà

renvoyé), pour présenter, 1°. les données du calcul de la section transversale des mailles & des pans de charpente : savoir, l'échantillon de la membrure & l'épaisseur des bordages tant extérieurs qu'intérieurs, (Tableau I.) (a); 2°. ce calcul : il n'y a qu'à le suivre pour chaque bâtiment d'une façon analogue (Voyez Tableau II.); 3°. le calcul pour déterminer la solidité & la hauteur du centre de gravité de chaque entre-lisse, formant ensemble le système de la carcasse (Tableau III).

Étendons l'explication de ces trois Tableaux, au risque de nous répéter, & nous passerons aux autres. On porte dans le Tableau II, en tête des colonnes, la distance constante entre les couples 2,640 mètres; ensuite, commençant par la fausse lisse, dans la division à gauche de sa colonne, l'épaisseur de sa membrure sur le droit 0,298 mètres, prise dans le Tableau I.

Les pièces de membrure sont accouplées : c'est de là qu'on les appelle couples; de plus il y a quatre couples pour garnir l'entre-deux des gabariages des couples de 2,640 mètres : c'est pourquoi on multiplie par huit pour avoir la longueur du boisage dans le pan de charpente; le produit est, toujours pour cette fausse lisse, de 2,384 mètres; de cette longueur à celle entre les gabariages des couples 2,640 mètres, il y a une différence de 0,256 mètres qui forme un vide réparti dans les quatre mailles.

Ce vide n'existant qu'entre les bordages extérieurs & intérieurs, a seulement pour épaisseur l'échantillon du membre sur le tour 0,298 mètres; en multipliant cette

(a) Ce Tableau & les suivans sont à la fin de cette section, sous numéros en chiffres romains.

quantité 0,298 mètres par 0,256 mètres, largeur des quarre mailles, vous en avez une forte de fection tranfverfale de 0,076 mètres, d'où on réduit à 1,138 mètres la fection femblable du pan de charpente de 1,214 mètres carrés, calculés plus bas dans le Tableau comme plein bois : car 0,076 + 1,138 = 1,214.

Jetons un coup d'œil fur le calcul de fection 1,214 mètres, exécuté fur le Tableau.

L'épaiffeur des bordages extérieurs & intérieurs & du membre, donne l'épaiffeur totale 0,460; la longueur étant 2,64, on a le produit porté plus haut 1,214.

Pour placer comme il convient le trait donné par le gabariage, qui en diffère en ce qu'on en néglige la courbure & qu'il eft porté en dedans, il faut voir de combien il eft néceffaire de rentrer fur chaque liffe les extrémités de ces traits (que j'appelle axe du pan de charpente).

Pour cela l'on fouftrait de la moitié de l'épaiffeur du pan de charpente, laquelle épaiffeur comprend celle du bordage extérieur, cette épaiffeur de bordage, le gabariage ne le comprenant pas, & l'on rentre les points extrêmes des axes des pans de charpente du refte, ou de quelque chofe de moins : c'eft par-là que je termine chaque colonne du Tableau II.

Cette inftruction, qui a la fauffe liffe pour exemple, doit guider fuffifamment pour les mêmes calculs aux autres liffes.

Examinons maintenant l'arrangement général du calcul de centre de gravité : je ne puis trop le dire ; l'ordre & la méthode fimplifient.

Dans le Tableau III, vous avez une divifion par liffe

ayant en tête la quadrature de ſection du pan de charpente que l'on prend dans le Tableau II.

Et chacune de ces diviſions eſt ſous-diviſée par couple.

Au ſurplus, chacune de ces diviſions par liſſe a quatre colonnes.

Dans la première eſt la déſignation des couples.

Dans la seconde, la longueur des axes des pans de charpente, pour la fauſſe liſſe & le maître arrière, on la prend de L en m ; on voit par-là ce qu'il faut faire pour les autres.

La troiſième contient la diſtance du centre de gravité de ces axes au plan paſſant par le deſſous de la quille : toujours pour la fauſſe liſſe au maître arrière, c'eſt la diſtance du point c' du milieu de l'axe $L\ m$ au point C' ſur la projection du deſſous de la quille.

Le produit de ces diſtances par les axes chacun à chacun, donne les momens portés dans la quatrième colonne.

Multipliez de liſſe en liſſe la ſomme des axes & celle de leur moment par la quadrature du pan de charpente, & vous aurez des produits qui, par leur récapitulation, conduiront à la détermination du centre de gravité cherché de la carcaſſe.

Pour cela, ayant continué & terminé le calcul pour toutes les liſſes, on ſait qu'il faudra additionner les ſolidités & les momens, & diviſer cette dernière ſomme par la première ; c'eſt ce qui eſt exécuté dans le Tableau IV, qui eſt un relevé du réſultat à chaque liſſe; on voit que la diſtance du centre de gravité de carcaſſe au plan horizontal paſſant par le deſſous de la quille, eſt

de 3,91013 mètres pour une ſolidité de 181,8 mètres (moitié de la carcaſſe).

Pour les réduire en une quantité de poids, il faut entrer en conſidération de la peſanteur ſpécifique des bois, communément de 66 liv. le pied cube, & y ajouter pour les fers qui en font la liaiſon, une quantité qu'on a eſtimée $\frac{1}{40}$ du poids des bois. Mais ſi, pour ne pas rebuter par la longueur des calculs dans ce travail abſolument nouveau, on n'y comprend pas les emménagemens, les pièces de liaiſon qui, comme les fers, ont leur maſſe proportionnelle à celle de la carcaſſe dans les lieux qu'ils occupent (en effet les fers ſont proportionnés aux échantillons, les emménagemens & les liaiſons des hauts n'ont pas l'échantillon de ceux de la cale); ſi, dis-je, on omet ces objets, on les ſuppoſera répartis dans la charpente de la carcaſſe, qu'alors on pourra ſuppoſer peſer 80 liv. le pied cube, ou $80 \times 29{,}174$ le mètre cube $= 233{,}392$ liv. autant que dans la conſtruction on ſe ſera conformé aux échantillons ſur leſquels les calculs ont été établis. Ainſi $181{,}8 \times 233{,}393 = 424{,}312{,}2$ liv., ou pour les deux côtés 424,3122 tonneaux, & on aura pour moment, par rapport: au plan horizontal paſſant par le deſſous de la quille, $424{,}3122 \times 3{,}91013 = 1659{,}133$; &, comme nous l'allons voir, au plan vertical-latitudinal paſſant par le 8 arrière (Tableau VI), $424{,}3122 \times 20{,}802 = 8826{,}542$.

Pour avoir cette diſtance 20,802 de ce même centre de gravité à un plan vertical, afin d'abréger on y a employé auſſi ſeulement les axes des pans de charpente, comme on le voit dans le Tableau V; ces axes, relevés ſur le Tableau III, y ſont par entre-liſſes dans la colonne

verticale, & leur ſomme eſt le développement de chacun des couples auxquels ils appartiennent.

On y rapporte les momens au plan paſſant par le 8ᵉ couple arrière, & on conſidère la diſtance conſtante entre les couples comme l'unité ; ſauf à multiplier la quantité que donnera le quotient de la diviſion par la diſtance au vrai 2,64 mètres. Ce calcul eſt terminé dans le Tableau VI, qui eſt auſſi un relevé du réſultat de chaque colonne du Tableau V. On y voit que la diſtance du centre de gravité de carcaſſe au 8 arrière, eſt de 20,802 mètres.

Il ne faut pas diſſimuler qu'il y a ici un défaut de préciſion ; pour qu'il y eût une exactitude parfaite, en n'employant dans le préſent cas que les axes des pans de charpente, il faudroit que tous ceux entre les mêmes liſſes euſſent avec le développement du couple auquel ils appartiennent, chacun à chacun, un rapport conſtant, c'eſt-à-dire que 3 4 (*fig.* 89.) $3'\,4'$, $3''\,4''$, &c. *III IV* fuſſent en proportion avec $m\,9$, $m\,9'$, $m\,9''$, &c. $m\,IX$, PL. XXVIII.
ou qu'on eût $3\,4 : m\,9 :: 3'\,4' : m\,9' :: 3''\,4'' : m\,9''$ &c. $:: III\,IV : m\,IX$. La néceſſité d'avoir les liſſes dans des plans, pour quelque circonſtance de conſtruction, altère l'égalité du rapport, mais d'une quantité que l'obligation d'expédier peut faire négliger.

Cette méthode de faire la recherche du centre de gravité de la carcaſſe des navires eſt la plus abrégée poſſible, mais non pas d'une préciſion géométrique ; l'exactitude minutieuſe jeteroit dans des longueurs telles qu'on abandonneroit bientôt le calcul. On n'en avoit

même jamais entrepris aucun ; & cette partie de l'hydrostatique, d'un côté la plus importante de l'Architecture navale, de l'autre fondée sur des principes physiques certains, & qui par conséquent peuvent mener à des résultats satisfaisans, n'avoit pas encore fait matière à un exercice dans l'école. Il faut en cas pareil savoir apprécier les négligences, & se contenter d'à-peu-près dans les résultats de calcul, surtout le matériel de l'objet étant sujet à une grande variation.

Cette réduction en pans de charpente donne une figure qui n'est fermée ni de l'arrière ni de l'avant ; le tableau, la voûte, manquent ; le bâtiment reste ouvert vers la guibre.

A l'égard du moment par rapport à un plan vertical, ces deux parties de construction omises se feroient équilibre ; car si le tableau a plus de surface que la partie de l'avant, celle-ci a plus de solidité.

Pour le moment relativement à un plan horizontal : il souffre une diminution, mais avantageuse en ce qu'elle contribue à permettre de considérer les gaillards comme un pont supérieur, malgré le vide entr'eux & les passavants : cette augmentation de poids en haut fait compensation. S'il reste quelque erreur, soit en poids soit en momens, elle ne peut être que dans une différence de différence.

A l'égard du matériel de la chose : une des principales bases de notre calcul est la pesanteur spécifique reconnue aux matières ; mais cette propriété varie suivant les lieux, suivant les circonstances...... Suivant les lieux, on trouve des différences assez considérables dans la pesanteur des bois,

bois, ſelon les localités..... Suivant les circonſtances : le bâtiment étant ſur le chantier, la charpente peut être d'une peſanteur à-peu-près uniforme ; mais à l'eau, les hauts au ſoleil, quelquefois à celui de l'Amérique, s'allégiſſent conſidérablement, tandis que la partie ſubmergée s'imbibe, & par-là acquiert du poids (*); mais la ſûreté de la navigation exige qu'on cave au plus fort, à l'égard des poids & momens.

La pareſſe a quelquefois conclu de ces obſervations, que tout calcul étoit inutile.

A la mer les compas varient ; un horizon brumeux rend les hauteurs incertaines : ſouvent les côtes ſont mal figurées ſur les atlas, les lieux mal déterminés. Faut-il donc naviguer ſans bouſſoles, ſans inſtrumens, ſans cartes? Donne-t-on en garde ſans meſure les grains, fourrages, &c. parce que le poids en varie conſidérablement ſuivant les lieux & l'état de l'air ? Quand cela ſera, on pourra rejeter toute théorie.

Le calcul fournit des réſultats auxquels on donne une

(*) M. Guignau, ancien Directeur des Conſtructions à Breſt, a eu, pendant pluſieurs années, en expérience dans ſon cabinet expoſé au midi, bien chauffé en hiver, des pieds cubes de bois de chêne de différens lieux, pour reconnoître la diminution du poids. En voici le réſultat :

	ANJOU.	ROUEN.	CHAMPAGNE ET BOURGOGNE.	NANTES.	HAMBOURG.
21 Avril 1779.	70 l. $\frac{1}{8}$	......	64 livres. .	....	74 livres $\frac{1}{4}$
Idem. 1780.	58 ...	60 l. .	60	64 l. ..	59 .... $\frac{3}{4}$
Idem. 1781.	51 ...	56 ...	56	52	50 .... $\frac{1}{2}$
Idem. 1782.	47 ...	53 ...	53	48	47 ......
Idem. 1783.	46 ...	......	52	....	46 .... $\frac{1}{2}$

certaine latitude dans l'exécution, mais raiſonnée & bornée : cette extenſion eſt, ſi nous pouvons nous exprimer ainſi, la bonne meſure.

Revenons à nos recherches. L'inſtruction ci-deſſus dégroſſit au moins la matière & accoutume au calcul ; les réſultats qu'on en peut tirer ſont très-près de la vérité : cependant l'élève laborieux peut ne pas s'en contenter, & nous allons lui fournir matière à un procédé plus long, mais qui doit donner toute l'exactitude géométrique que comporte l'objet.

PL. XXVIII. Reprenez la figure 89 : c'eſt un plan vertical-latitudinal, où les parties du périmètre des couples entre les liſſes ſont des droites ; conſidérez-y l'eſpace de charpente projeté en 41, 42, 52, 51, entre les deux premières liſſes du fond & les 4e & 5e couples de l'avant.

Projetez les liſſes ſur le plan vertical-longitudinal d'une manière analogue ; c'eſt-à-dire que les parties de liſſes entre les projections des couples ſoient droites : nous ne projetons ici (*fig.* 90'.) que le pan de charpente.

Faites-en autant ſur un plan horizontal (*fig.* 91'.).

Ce procédé donnera ſur ces plans une grande quantité de figures preſque toutes de quatre côtés, chacune terminée par deux portions de projection de liſſes & deux de couples : on voit qu'elles ne feront preſque jamais des figures planes, quoique terminées par des droites ; il faut les diviſer diagonalement, & alors les deux triangles de chacune feront des plans ; & tous enſemble formeront la ſurface d'un corps à facettes qui ne différera pas ſenſiblement de la forme du vaiſſeau.

On aura peut-être 300 triangles à calculer ; mais auſſi

les échantillons étant employés exactement, il n'y aura d'autres négligences dans le calcul que celle de la considération comme droites, de lignes effectivement courbes; & cette courbure, d'après une division portée si loin, est, nous le répétons, insensible dans la pratique : on pourroit encore augmenter cette division ; cependant, dans tous les calculs sur les vaisseaux en ce moment, on s'est contenté de cette approximation.

Voyons maintenant la manière de calculer ces triangles.

Considérons cette figure quadrilatère entre la première & seconde lisse, entre le quatrième & le cinquième couple avant : divisons-la par la diagonale 41 52, figures 89, 90', 91', & attachons-nous particulièrement au triangle projeté 41 51 52; on a au vrai son côté 51 52, (*fig.* 89.).

Tous les triangles gisant dans un plan perpendiculaire aux coupes verticales-latitudinales (*a*) ayant pour intersection, ici avec la cinquième avant, la ligne 51 52 qui en même temps seroit sa base; aux autres des lignes analogues 52 53, 53 54, &c. tous ces triangles ayant leur sommet dans la coupe 4 de notre exemple, généralement dans la coupe prochaine, seront de surfaces proportionnelles à la partie du périmètre de la section : 51 52 pour le triangle que nous considérons ; analogue pour les autres.

Le triangle qui ne différera de celui-ci qu'en ce qu'il sera dans un plan incliné à ces coupes verticales, c'est-à-dire qui aura aussi pour base 51 52, mais qui aura son sommet dans la projection du périmètre du couple 4, aura pour hau-

(*a*) Les couples des vaisseaux sont figurés sur les plans par des coupes ou sections verticales-latitudinales : c'est pourquoi on doit regarder comme synonymes les termes couples, coupes, sections.

teur, l'hypothénuſe d'un triangle ayant pour un de ces côtés la diſtance entre les coupes, & pour l'autre la tangente de l'angle d'inclinaiſon de ce plan incliné, avec le plan perpendiculaire : cette tangente eſt la perpendiculaire 41 *p* (*fig.* 89.) abaiſſée ſur 51 52 pour le triangle 41 51 52, & ſa ſurface ſera $51\ 52 \times \sqrt{d^2 + \overline{41\,p}^2}$, *d* étant la diſtance entre les coupes.

La règle générale ſera donc, pour chaque triangle, de multiplier la proportion des couples entre deux liſſes, qui lui ſert de baſe par la racine carrée d'une ſomme faite du carré de la diſtance entre les couples, & du carré de la tangente d'inclinaiſon, telle que celle 41 *p* pour le triangle 41 51 52.

Quant aux parties de l'avant & de l'arrière : portant un faux couple en avant du coltis à la diſtance qui a lieu entre les couples, un autre faux couple de l'arrière auſſi à cette diſtance, on conſervera autant qu'il eſt poſſible ce facteur conſtant.

Où la diſtance n'a plus la même longueur, vous l'employez comme rayon avec ſa tangente d'une manière analogue à ce qui s'eſt pratiqué entre les couples à diſtances conſtantes.

L'ordre dans ce calcul fait la moitié de la beſogne.

On ſent qu'il faut d'abord calculer les triangles entre la quille & la première liſſe; enſuite entre la première liſſe & la ſeconde, &c. parce que l'épaiſſeur de la charpente demeure conſtante dans ces entre-liſſes.

Il y a une attention aſſez délicate à faire au-deſſous des façons pour ne pas trop donner d'épaiſſeur aux pinces, qu'il eſt bon de calculer à part, ſurtout ſi l'on ne conſidère pas les gaillards comme prolongés.

On ne ſera pas embarraſſé pour déterminer les centres de gravité de ces triangles élémentaires, & avoir leurs momens qui procureront le centre de gravité & le moment cherché.

La cubature & recherche du centre de gravité & de la ſolidité du tableau & de la voûte ne préſenteront aucune difficulté.

Le calcul à l'égard des emménagemens n'eſt auſſi que long; alors on ſe diſpenſeroit de donner aux bois & fers plus de peſanteur ſpécifique que celle qu'on leur reconnoît.

I I.

Du Poids & du Centre de gravité des Ponts.

Les ponts ont une courbure dans le ſens de la largeur dont la convexité regarde les hauts du bâtiment; elle provient de la courbure des baux, appelée *bouge*.

Ils ont une autre courbure dans le ſens de la longueur, dont la concavité regarde également les hauts, laquelle courbure eſt appelée *tonture*.

Leur périmètre eſt auſſi une courbe qui ordinairement n'a pas une loi connue.

D'ailleurs leur ſyſtème eſt un compoſé de poutres ou baux, & de bordages formant les planchers.

Toutes ces circonſtances rendent la recherche du centre de gravité de ce ſyſtème un objet ſérieux de réflexions.

Nous le ſimplifierons par quelques ſuppoſitions qui ne ſont pas entièrement conformes à la pratique, mais qui ne peuvent conduire à un réſultat ſenſiblement différent.

Nous ſuppoſons donc les baux également eſpacés ; nous ſuppoſerons leur courbure des arcs de cercle.

Nous négligerons l'excès d'épaiſſeur des hiloires, fourrures de gouttières & gouttières ſur celle des bordages.

Attachons-nous au premier pont ou au pont de la batterie d'une frégate portant du 12 à cette batterie.

Epaiſſeur du bordage du pont.......	0,081 mètres.
Longueur du maître bau de dedans en dedans.........................	10,395
Equarriſſage des baux..............	0,271
Bouge du maître bau $\frac{1}{43}$ de ſa longueur environ........................	0,244
Eſpaces entre les baux, environ 3 fois $\frac{1}{2}$ la largeur du bau.	
La longueur du pont de cette frégate de dedans en dedans, eſt de.......	43,690

0,271 mètres de largeur de bau + 3,5 × 0,271 d'eſpace entre les baux = 1,2195

$$\frac{43,690}{1,2195} = 35,909 \text{ ou } 36$$

C'eſt-à-dire qu'il y a 36 baux ; & pour avoir exactement l'eſpace entr'eux, ou plutôt de milieu à milieu & demi-eſpace, tant de l'avant que de l'arrière, il faut diviſer 43,69 par 36.

$$\frac{43,69}{36} = 1,214$$

Conſidérons un bau & le bordage qui lui appartient, c'eſt-à-dire fourniſſant demi-eſpace de l'avant & demi-eſpace de l'arrière ; ils auront pour ſection verticale ſuivant la longueur du bâtiment *a b c B C D A d a* (*fig.* 90). Pl. XXVIII.

Pour chaque bau *a b* aura de longueur 1,214, ſavoir :

0,943 de distance entre les baux, & 0,271 de largeur du bau.

L'épaisseur de ce bordage est de 0,081 mètres.

La distance du centre de gravité de système de cette partie de section de bordage & de celle du bau, rapportée à *AB*, ligne génératrice de la surface supérieure du bau, sera

$$\frac{\overline{0,271}^2 \times 0,1355 - 1,214 \times 0,081 \times 0,0405}{\overline{0,271}^2 + 1,214 \times 0,081} = \frac{0,0099512 - 0,0039825}{0,073441 \times 0,098334}$$

$$= \frac{0,0059687}{0,171775} = 0,034747.$$

Dans le mouvement suivant, le bouge que fait la section *a b c B C D A d a* pour engendrer le bau & la partie de bordage qui lui appartient, le centre de gravité de cette section, dont nous venons de déterminer la position, engendre un arc de cercle dont le centre de gravité sera celui de cette portion de charpente. C'est dans cette ligne qu'on considère sa courbure.

La longueur du bau ou la corde de l'arc 10,395 & le bouge de 0,244 suffisent pour donner l'arc, la demi-corde étant le sinus, dont le bouge est le sinus verse; car on aura le rayon en faisant d'abord cette proportion:

$$0,044 : \tfrac{1}{2} \times 10,395 :: \tfrac{1}{2} \times 10,395 : \frac{(\tfrac{1}{2} \times 10,395)^2}{0,244} = 100,7131$$

On voit que $110,7131 + 0,244 = 110,9571 =$ le diamètre du cercle & $\tfrac{1}{2} \times 110,9571 = 55,4785 =$ le rayon (*a*).

(*a*) Si l'on considère que $\tfrac{1}{2}(110,7131 + 0,244)$ ou $\tfrac{1}{2}\left(\frac{(\tfrac{1}{2} \times 10,395)^2}{0,244} + 0,244\right) = 55,4785 = r$; généralisant, on aura tout de suite $\tfrac{1}{2} \times \frac{\overline{\text{sin.}}^2}{\text{sin. v}} + \text{sin. v} = \frac{1}{2\ \text{sin. v}} \times \left(\overline{\text{sin.}}^2 + \overline{\text{sin. v}}^2\right) = \frac{\overline{\text{sin.}}^2 + \overline{\text{sin. v}}^2}{2\ \text{sin. v}} = \frac{\overline{\tfrac{1}{2} \times \text{corde}}^2 + \overline{\text{flèche}}^2}{2 \times \text{flèche}} = r.$

Au surplus, cette formule qui donne directement le rayon, n'abrège pas le calcul numérique.

Appelons R le rayon des tables, & généralement r celui du bouge; pour réduire notre sinus à celui des tables, & par ce sinus avoir l'arc, faisons cette proportion (r) $55,4785 : R\ (N\ 10) :: \frac{1}{2} \times 10,395 : \frac{R \times 5,1975}{55,4785} =$ sinus de l'arc de 5°. 22′ 32″.

On a besoin d'avoir les minutes & secondes en décimales; pour cela, après avoir réduit de manière à n'avoir que des secondes, il faut multiplier ce nombre de secondes par 0,000277777; ou bien par 277777, dont le logarithme est 5,4436963, & retrancher neuf figures du produit. Cette méthode s'appuie sur ce que une seconde ou $\frac{1}{3600} = \frac{27777}{1000000000}$ à très-peu près.

On ne prendra que les cinq à six premiers chiffres des neuf retranchés.

Il en résulte que 5° 22′ 32″ = 5,37555.

Reste à avoir le développement de l'arc par rapport au rayon, pour déterminer son centre de gravité par la proportion qu'enseigne la mécanique.

Développons d'abord la circonférence entière par cette proportion:

$113 : 355 :: 110,9571 : \frac{355 \times 110,9571}{113} = 348,582 = N$ 2,5423050.

Et pour avoir le développement de l'arc : faisons celle-ci : $360 : 348,582 :: 5,37555 : \frac{348,582 \times 5,37555}{360} = 5,205051$:

ouplutôt, afin d'avoir un facteur constant pour tous les arcs, $360 : 348,582 :: 1° : \frac{348,582}{360} = 0,9682833$, dont le logarithme est $\overline{1},9860025$; & ce quatrième terme sera facteur constant des

des arcs des baux : pour celui-ci on aura 0,9682833 × 5,37555 = 5,20505 : même quantité. Remarquez que c'eſt ſeulement le $\frac{1}{2}$ arc, n'ayant employé dans le calcul que la demi-corde & le rayon.

On voit (Méc. 288.) qu'on a la diſtance du centre de gravité de l'arc au centre du cercle par cette proportion : ($\frac{1}{2}$ arc) 5,205051 : (ſin.) 5,1975 : : (rayon) 55,4785 : $\frac{5,1975 \times 55,4785}{5,205051}$ = 55,398.

Pour avoir la diſtance du centre de gravité de l'arc à ſa corde, il faut ſouſtraire le coſinus du $\frac{1}{2}$ arc de la diſtance de ce centre de gravité au centre du cercle : cette diſtance ici de 55,398; & pour avoir ce coſinus par le moyen de celui des tables, il faut ſe ſervir du rapport de notre rayon (r) au rayon de la table R, ſavoir, $\frac{55,4785}{N\ 10}$ dont le logarithme eſt $\bar{9}$,7441248, ou — 8,2558752.

On trouvera ce coſinus pour le maître bau dont nous nous occupons, de 55,2346; par conſéquent la diſtance cherchée de 0,1634; & relativement à la ligne du pont tracée ſur les plans verticaux où aboutiſſent les lignes droites des baux, cette diſtance eſt de 0,034747 de moins, parce que notre courbe eſt celle où giſent les centres de gravité de la ſuite de ſections *abcBCDAda*, génératrice du ſyſtème, leſquels centres de gravité ſont en deſſous de la ſurface ſupérieure du bau, de 0,034747, quantité trouvée plus haut : donc 0,1634 — 0,034747 = 0,128623.

Au lieu de ces deux ſouſtractions, il eſt plus ſimple de retrancher tout de ſuite de la diſtance du centre de gravité de l'arc au centre du cercle, ſon coſinus + 0,034747, & on aura les hauteurs relativement à la ligne du pont. Si

cette soustraction donnoit une quantité négative, cela indiqueroit qu'il faudroit prendre ladite quantité en dessous de la ligne du pont (*a*).

(*a*) Dans l'emploi de cette méthode il faut :

1°. Réduire le sinus au sinus des tables, par le rapport du rayon au rayon des tables, pour avoir l'axe.

2°. Réduire les minutes & secondes en décimales.

3°. Développer la circonférence du cercle par rapport au rayon.

4°. Développer l'arc par le rapport de 360 degrés du cercle, à la circonférence relative au rayon.

5°. Faire la proportion pour avoir la distance du centre de gravité de l'arc, par rapport au centre du cercle.

6°. Réduire les cosinus des tables à celui de la question, pour en faire la soustraction, afin d'avoir la distance du centre de gravité à la corde.

Pour dispenser de toutes ces opérations, l'Elève *Bichot* a imaginé de se procurer cette distance en divisant le carré du sinus par le triple du rayon, ce qui ne donne de l'inexactitude que dans les dix-millièmes, lorsque le rapport du sinus au rayon est de moins d'un dixième, comme dans notre question.

En effet, faisant $S =$ sinus, $a =$ arc, $r =$ rayon; la distance cherchée $= \frac{rS}{a} - \text{cos}.\, a$.

Or $\frac{rS}{a} - \text{cos}.\, a = \frac{rS}{a} - \sqrt{r^2 - S^2} = r\left(\frac{S}{a} - \sqrt{1 - \frac{S^2}{r^2}}\right)$

Cherchons cette dernière valeur ; d'abord celle $\frac{S}{a}$ & ensuite celle $\left(1 - \frac{S^2}{r^2}\right)^{\frac{1}{2}}$.

Au lieu de chercher immédiatement la valeur de $\frac{S}{a}$ procurons-nous celle de $\frac{a}{S}$; nous en ferons le diviseur de l'unité pour avoir $\frac{S}{a}$. Pour cet effet, calculons la série que donne a en S; l'intégration par série va nous donner cette valeur a en S. Démontrons-le :

Pl. XXVIII. Faisons AM (*fig.* 92'.) $= a$; $MP =$ sinus; $AM = S$; $CA = CM = r$; $Mm = da$; $rm = dS$.

Les triangles semblables CPM, Mrm donnent $CP : rm :: CM : Mm$; c'est-à-dire $\sqrt{r^2 - S^2} : dS :: r : da = \frac{r\,dS}{\sqrt{r^2 - S^2}} = \frac{dS}{\sqrt{1 - \left(\frac{S}{r}\right)^2}}$; donc

C'est une quantité analogue à celle de l'autre part 1,1634 — 0,034747 = 0,128623 qu'il faut avoir pour chaque bau, dans laquelle 0,034747 est constante, le bouge des baux

---

$$a = \int \frac{dS}{\sqrt{1-\left(\frac{r}{S}\right)^2}} = \int dS\left(1-\left(\frac{S}{r}\right)^2\right)^{-\frac{1}{2}} = \left(\text{Algèbre n}^\circ.\ 150\right) \int dS$$

$$\times \left(1+\tfrac{1}{2}\left(\frac{S}{r}\right)^2+\frac{1}{2}.\frac{3}{4}.\left(\frac{S}{r}\right)^4+\frac{1}{2}.\frac{3}{4}.\frac{5}{6}.\left(\frac{S}{r}\right)^6 \&c.\right)$$

Intégrant par terme (Méch. numéros 83 & 85) on aura :

$$a = \left(S+\frac{1}{2}.\frac{1}{3}.r\left(\frac{S}{r}\right)^3+\frac{1}{2}.\frac{3}{4}.\frac{1}{5}.r\left(\frac{S}{r}\right)^5+\frac{1}{2}.\frac{3}{4}.\frac{5}{6}.\frac{1}{7}r\left(\frac{S}{r}\right)^7 \&c.\right)$$

Donc :

$$\frac{a}{S} = 1+\frac{1}{2.3}\left(\frac{S}{r}\right)^2+\frac{3}{2.4.5}\left(\frac{S}{r}\right)^4+\frac{3}{2.4.6.7}\left(\frac{S}{r}\right)^6 \&c. =$$

$$\left(\text{faisant} \left(\frac{S}{r}\right)^2 = z\right) 1+\frac{1}{6}z+\frac{3}{40}z^2+\frac{5}{112}z^3 \&c.$$

Divisons l'unité par cette série, Algèbre n°. 36.

dividende 1 $\left|\ 1+\frac{1}{6}z+\frac{3}{40}z^2+\frac{5}{112}z^3 \&c.\right.$ diviseur.

$$1-\frac{1}{6}z-\frac{17}{360}z^2-\frac{467}{15120}z^3 \&c.\ \text{quotient} = \frac{S}{a}.$$

Actuellement développant $\left(1-\left(\frac{S}{r}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} = (1-z)^{\frac{1}{2}}$ Algèbre n°. 150, on aura $1-\frac{1}{2}z-\frac{1}{8}z^2-\frac{1}{16}z^3$ &c. à retrancher de la valeur de $\frac{S}{a}$, & on a $\frac{S}{a} - (1-z)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{3}z+\frac{7}{90}z^2+\frac{289}{7560}z^3+$ &c. & pour $\frac{rS}{a} - \sqrt{r^2-S^2} = \frac{rS}{a} -$ cos. a, rétablissant la valeur de $z = \left(\frac{S}{r}\right)^2$, on aura $\frac{1}{3}.\frac{S^2}{r}+\frac{7}{90}.r.\left(\frac{S}{r}\right)^4+\frac{289}{7560}.r.\left(\frac{S}{r}\right)^6+$ &c.

Or, faisant $N = \frac{2}{43}$, rapport ordinaire du bouge au sinus, on aura $2r - NS = \frac{S}{NS} \times S = \frac{S}{N}$ ou $2r = NS + \frac{1}{N}S = \left(N+\frac{1}{N}\right)S$ ou $\frac{S}{r} = \frac{2}{N+\frac{1}{N}} =$

étant ſuppoſé toujours un arc du même cercle, & ayant effectivement conſtamment la même courbure, puiſqu'ils ſont travaillés ſur le même gabarit.

Pour avoir la quantité variable, il faut ajouter le logarithme 8,2558752 (voyez le calcul ci-après, page 239) du rapport du rayon des tables à celui du rayon de l'arc du bouge, au logarithme de la demi-longueur du bau ou de notre ſinus, & on aura le logarithme du ſinus des tables ſervant à trouver la quantité de degrés de l'arc & ſon coſinus.

On multipliera l'arc trouvé en degrés & parties décimales de degrés, par 0,9682833 (page 232) (ſon

---

$\frac{2N}{N+1}$ = (mettant la valeur de N) $\frac{172}{1853}$ = 0,098231, d'où la quatrième puiſſance $\left(\frac{S}{r}\right)^4$ = 0,000074236.

Quant à r, S pour le plus grand vaiſſeau ne pouvant être que 8 mètres, de $\frac{S}{r} = \frac{8}{r}$ = 0,098233, tirez la valeur de r, vous aurez $r = \frac{8000000}{98233}$ = 86,186.

Ainſi, pour ce cas du vaiſſeau à trois ponts, le plus défavorable, on auroit pour ce ſecond terme

$$\frac{7 \times 86,186}{90} \times 0,00074236 = 0,00049773.$$

Ce qui ne fait pas un demi-millième, & par conſéquent il eſt négligeable; & de la rapidité du décroiſſement qu'il préſente, on conclut que les ſuivans ne méritent aucune attention.

On peut donc employer pour avoir la diſtance du centre de gravité des portions de pont par bau, à la corde du bouge, la méthode de l'Élève *Bichot*, ſavoir, de diviſer le carré du ſinus ou de la demi-longueur du bau par le rayon, & prendre le tiers du produit. A la vérité elle ſuppoſe le rapport exact & conſtant du bouge à la longueur du bau, ou de la flèche à la corde, de $\frac{1}{41}$; ce qui peut faire quelque différence, mais auſſi peu ſuſceptible d'attention. Cependant par cette raiſon, notre calcul ne revient pas au ſien avec préciſion.

logarithme est $\bar{1}$,98600243 ou $\bar{1}$,98600215); c'est le degré de la circonférence du cercle dont 55,4785 est le rayon; & on aura le développement de l'arc pour le bau, qui sera le premier terme d'une proportion dont le second doit être la demi-longueur de la ligne droite du bau ou de la corde, & le troisième le rayon : le quatrième terme sera la distance du centre du cercle au centre de gravité cherché.

On observe qu'il faut employer beaucoup de décimales, si l'on veut avoir une exactitude satisfaisante, vu le peu de différence du développement d'arcs aussi petits, à leurs cordes respectives.

On voit qu'il faut avoir la longueur de ces baux d'après leur distribution : ainsi il faut faire un plan du pont (*fig.* 93), sans y comprendre l'épaisseur des membres & des vaigres ou bauquières. PL. XXXI.

Pour abréger, au lieu de faire l'opération pour chacun des 36 baux & du bordage qui lui appartient, on prendra des parties de 3 baux & 3 distances, & on opérera seulement sur celui du milieu : ainsi, partant de l'avant, on opérera sur le second bau, sur les 5e, 8e, 11e, 14e, 17e, 20e, 23e, 26e, 29e, 32e & 35e; bien entendu qu'on triplera les volumes & poids de ces parties. (Voyez la figure 93.)

Entrons dans quelques détails de l'opération, pour en donner une parfaite intelligence.

Prenons sur le plan vertical-longitudinal (*fig.* 91), les distances au dessus de la quille des points de rencontre de la ligne du pont de la batterie avec la projection du gabariage des couples de levée; rapportons ces distances PL. XXIX.

ou hauteurs ſur le plan vertical-latitudinal ou des couples (*fig.* 92), chacun à chacun. Développons la projection horizontale du pont (*fig.* 93) ; les projections de couples y étant diſtribuées, on prendra les largeurs ſur le plan vertical-latitudinal, et on les portera chacune à chacune ſur le plan horizontal, avec l'attention de rentrer le point de l'épaiſſeur de la membrure & de la ſerre de baux que l'on trouve dans le Tableau I, liſſe cinquième. On rentre le point pareillement à l'étrave & à l'étambot ; & on a la configuration du pont dont on a trouvé la longueur de 43,69 mètres [page 230, ligne 7] (*).

Pl. XXX. Pl. XXXI.

On y diſtribue les lignes du milieu des baux pour le calcul, de manière à ce qu'il ſe trouve entr'elles la diſtance mentionnée (page 230, ligne 14), 1,214 mètres, & demi-diſtance à l'étrave & à l'étambot.

On n'a égard, comme nous venons de le dire, qu'au 2ᵉ, 5ᵉ, 8ᵉ, & ainſi de ſuite, de trois baux en trois baux.

On rapporte ſur la ligne du pont du plan vertical-longitudinal (*fig.* 91), au moyen d'une contre-marque, la projection de ces douze baux, bien diſtribués comme ſur le plan horizontal du pont, où l'on fait le relevé de leur longueur ; c'eſt là où nous avons trouvé la demi-longueur du maître bau ſur lequel nous avons opéré, de 5,1975 mètres (le bau entier 10,395 mètres).

Pl. XXIX.

Celle du ſecond bau, à compter de l'avant employé dans le calcul, eſt de 2,978 mètres.

Il faut, comme on vient de le dire (pag. 236, lig. 4)

(*) Partout où l'on trouvera de ſemblables renvois, on aura recours à la page & à la ligne indiquées : p. 230, l. 7 ſignifie *page* 230, *ligne* 7 de l'Ouvrage.

ajouter à ſon logarithme, le logarithme 8,2558752, &c. Reprenez le diſcours, & en même temps remarquez l'opération.

Logarithme du $\frac{1}{2}$ bau en queſtion ou ſinus (r) 2,978 mètres.............. = 0,4739247.

Logarith. du facteur pour avoir le ſinus des tables........................ = 8,2558752

Logarith. du ſinus (R) (arc 3° 4′ 37″). 8,7497999

Logarith. du coſinus (R) (même arc). = 9,9993735

Logarith. du facteur pour avoir le coſ. de notre rayon (r) (p. 233, l. 10.).... = $\bar{9}$,7441248

Logarith. du coſinus 55,398540 relatif à notre rayon.................... = 1,7434983

Ci..........	55,398540 0,034747	Diſtance conſtante du lieu du Centre de gravité à la ſurface ſupérieure des baux, p. 233, l. 24.
	55,433287	

4′ 37″ = 277″ ; logarithme 277....... = 2,4424798

Logarith. 277777 pour avoir des déc. de degrés (p. 232, l. 5.)............. = 5,4436963

Logarithme 76944050 (dont retranchant 9 chiffres) = 0,076944050... = 7,8861761

Logarithme 3° 4″ 37‴ = 3,076944, en décimales...................... = 0,48811956

Logarithme du degré pour notre rayon (p. 237, l. 1.).................... = $\bar{1}$,98600243

Développement de l'arc en mètre... = 0,47412199

Logarithme du $\frac{1}{2}$ bau ou finus (r) 2,978, page 239, lig. 5.	= 0,47392247
Logarithme de notre rayon (r) 55,4785 p. 231, l. 14..	= 1,7441248
	2,21804950
Logarithme du développement ci-deſſus de l'arc....................	0,47412199

Logar. 55,4533 diſtance du centre du cercle au centre de gravité de l'arc.... = 1,74392751

55,4333 à déduire (p. 239, l. 17).

0,0200 (environ 9 lig.) verticalement au deſſus de la ligne du pont.

6,2599 creux ou diſtance de la contre-marque du 2e bau de l'avant au deſſus de la quille, priſe à ouverture de compas.

6,2799 diſtance du centre de gravité de cette portion du pont au deſſus de la quille.

Nous avons vu (p. 230, l. dernière) que la ſection conſtante du bau & de la portion du bordage qui lui appartenoit à l'égard d'un trente-ſixième de la longueur du pont, eſt de 0,171775 mètres. Il faut multiplier cette quantité par 3, puiſque nous ne conſidérons que 12 baux, & multiplier cette quadrature par la longueur du bau 2 × 2,978 mètres, pour avoir la ſolidité; & enſuite multiplier la ſolidité

solidité trouvée par 6,2799, distance ci-contre pour avoir le moment. $3 \times 0,171775 \times 2 \times 2,978 = 3,06924$

$$3,06924 \times 6,2799 = 19,2744.$$

Ou bien comme les quantités, 3 pour tripler, 2 pour doubler le demi-bau ou sinus, & 0,171755 surface de la section sont constantes, multipliez la longueur des 12 demi-baux chacun par la distance trouvée du centre de gravité à la quille, & divisez la somme des momens par celle des longueurs de ces 12 demi-baux : on aura également la distance du centre de gravité du pont à la quille.

Ainsi donc, ayant fait le calcul pour les 12 baux, on dresseroit le Tableau ci-après, qui présente le résultat de l'opération.

Nos.	Baux.	Hauteur verticale du Centre de gravité au dessus de la ligne du pont.	Creux sur la Quille, à chaque Bau.	Somme ou hauteur du Centre de gravité au dessus de la Quille.	Momens.
2	2,978	0,020	6,260	6,280	18,702
5	4,682	0,095	6,102	6,197	29,014
8	4,980	0,122	5,996	6,118	30,468
11	5,089	0,124	5,912	6,036	30,717
14	5,197	0,128	5,883	6,011	31,239
17	5,197	0,128	5,827	5,955	30,947
20	5,143	0,126	5,816	5,942	30,560
23	5,116	0,124	5,845	5,969	30,537
26	4,980	0,122	5,915	6,037	30,064
29	4,791	0,106	6,038	6,144	29,436
32	4,481	0,086	6,208	6,294	28,203
35	3,993	0,061	6,409	6,470	25,835
	56,627				345,722

Dist. du c. de gr. à la quille, $\frac{345,722}{56,627}$ =					6,1053 mètres.
Creux de la frégate sur quille, au	pi.	po.	li.		
milieu de sa longueur.......	17	10	6		
Bouge au maître bau........	0	9	0		
Epaisseur du Bordage........	0	3	0		
	18	10	6	ou	6,1320
Cette quantité n'excède la distance du centre de gravité que de (moins d'un pouce).......					0,0267
Somme pareille.............					6,1053

Ainsi on peut, dans les bâtimens d'une construction ordinaire, généralement considérer le centre de gravité des ponts comme gisant dans la surface supérieure du bordage au milieu du maître bau ; c'est-à-dire que pour le premier pont ou le pont de la batterie, si l'on veut avoir la distance de son centre de gravité au dessus de la quille, il faut ajouter au creux pris au milieu, le bouge & l'épaisseur du bordage.

On soustrait de ce creux pour le faux pont, on y ajoute pour les autres ponts ou gaillards, leur hauteur respective relativement au premier pont, & on augmente pareillement la quantité trouvée, du bouge & de l'épaisseur du bordage qui appartiennent à celui sur lequel on opère.

Si, d'après cette remarque, on se dispense du calcul : négligence d'autant plus tolérable, que les ponts se déforment dès la mise à l'eau des bâtimens, vu l'arc, il faut cependant se procurer la solidité de ces ponts. Pour

cela il est toujours nécessaire d'en tracer la projection horizontale, soit par le moyen que nous avons proposé plus haut, soit par le moyen du plan vertical-latitudinal intérieur, absolument nécessaire pour le calcul du chargement : on fait par les méthodes ordinaires celui de sa surface; quant à sa hauteur ou épaisseur, il faut ajouter à l'épaisseur du bordage, les $\frac{2}{9}$ de la hauteur ou de la dimension du bau sur le tour. Par exemple, notre frégate a 0081 mètres d'épaisseur de bordage du pont, & 0,271 dehauteur de bau (p. 230, l. 1 & 22); on peut considérer ce pont comme ayant d'épaisseur $0081 + \frac{2}{9} \times 0,271 = ,0141$. On conçoit que cette règle provient de ce que la distance entre les baux étant de trois fois & demie la largeur du bau, avec la place qu'il occupe, cela fait quatre largeurs & demie, qui se trouveroient doublées en plein par des bordages ayant d'épaisseur les $\frac{2}{9}$ de la hauteur du bau.

On a supposé le pied cube de la carcasse peser 80 liv. (pag. 222, lig. 16); pour les ponts, comme il n'y est question que d'une augmentation pour les fers, les courbes, il suffira ordinairement de l'estimer à 70 liv. ou $29,174 \times 70$ le mètre cube.

Ainsi, pour ce pont de la batterie, on a, à l'égard de l'espace entre les ordonnées extrêmes : (56,627 (p. 241, l. dernière))

$$- \frac{1}{2} \times (2,978 + 3,993) \times 3 \times \underbrace{1,214}_{\text{Distances.}} \times \underbrace{0,141}_{\text{Epaisseurs.}} \times 29,174 \times 70$$
$$= 55769 \text{ livres.}$$

Pour les deux côtés, ou en tout, 55,769 tonneaux.

Pour les parties de l'avant & de l'arrière, considérant celle de l'avant comme triangulaire, par compensation

on peut considérer celle de l'arrière comme rectangulaire, se terminant à la voûte, & on a :

$(\frac{1}{2} \times 1,214 \times 3,993 + \frac{3}{4} \times 1,214 \times 2,978) \times 0,141 \times 29,174 \times 70 =$ 2,864 ton.

Principale partie de l'autre part... 55,769

Poids total............... 58,633

Pl. XXVIII. Pour vérification, multipliez la surface de section *a b c B C D A d a* (*fig.* 90) de $\overline{0,271}^2 + 1,214 \times 0,081 = 0,171775$, par la somme des longueurs de baux 56,627, & ensuite par trois, parce qu'ils sont pris de 3 en 3; vous trouverez, réduisant en pieds, livres & tonneaux, 59,5935 tonneaux.

Cette manière d'envisager l'objet donne près d'un tonneau de plus, & on ne s'en étonnera pas, si l'on considère qu'elle présente le pont comme terminé par des quantités sensibles de l'avant & de l'arrière, quoiqu'il n'y ait que de l'arrière où sa largeur doive entrer nécessairement en considération.

Au surplus, une fois bien arrêté que le centre de gravité des ponts gît dans la surface supérieure du bordage au milieu du maître bau, on se dispensera d'en faire cette distribution factice, & on calculera la surface de ces ponts au moyen des ordonnées ordinaires ou projections de couples, comme on calcule les sections de flottaison.

De cette manière on a trouvé la solidité du faux pont être de 48 tonneaux, celle des gaillards, considérés comme prolongés (page 224, lig. 21), 31 tonneaux.

La diſtance du centre de gravité du pont de la batterie relativement au creux, étant au deſſus de la quille (pag. 242, lig. 6) de 6,132 mètres, & par rapport au deſſous de cette quille, de 14 po. ou 0,379 mètres de hauteur, de 6,511 mètres ; celle du faux pont ayant pour hauteur 1,714 de deſſus bordage à deſſus bordage, ſera de 6,511 — 1,714=4,797. Celle des gaillards ayant pour hauteur 1,935 mètres, *id.* ſera 6,511+1,935=8,446, & on aura :

	POIDS.	RELATIVEMENT AU DESSOUS DE LA QUILLE.	
		DISTANCES.	MOMENS.
Fauxpont.......	48	4,797	230,256
Pont..........	59	6,511	384,149
Gaillards.......	31	8,446	261,826

On a trouvé (pag. 224, lig. 21) quelques raiſons qui tendent à légitimer la ſuppoſition des gaillards prolongés : on peut y ajouter la conſidération des mâts de hunes de rechange, & autres dromes qui ſe placent à l'ouverture entre ces gaillards.

Quant aux diſtances du centre de gravité au plan vertical paſſant par le 8 arrière, qui cependant ne nous ſont pas néceſſaires pour le préſent, calculées comme on le fait pour les ſections d'eau (Méch. n°. 299): on a 55 pi. ou 17,866 mètres pour le faux pont ; 56 pi. ou 18,191

mètres pour le pont de la batterie; 50 pi. ou 16,242 mètres pour les gaillards, & on aura :

	POIDS.	RELATIVEMENT AU 8 ARRIÈRE.	
		DISTANCES.	MOMENS.
Fauxpont	48	17,866	857,568
Pont	59	18,191	1073,269
Gaillards	31	16,242	503,502

CHAPITRE SECOND.

Du Poids & du Centre de gravité des objets contenus dans la Cale.

PRENONS pour exemple la même frégate.

Le mieux feroit de calculer le centre de gravité de fyftème, d'après les momens de chaque partie prife en détail; les ingénieurs les plus laborieux & qui auront le plus de temps, le feront foit dans un moment, foit dans l'autre; mais en attendant nous préfentons un moyen abrégé qui peut équivaloir.

Il n'eft queftion que de déterminer l'emplacement des objets contenus dans la cale, d'après l'échelle de capacité dont nous enfeignons la conftruction.

Nous divifons ces objets feulement en trois parties, le left de fer, le left de pierre, & en général la charge.

Chacun de ces trois objets occupe plus ou moins d'efpace, en raifon inverfe du plus ou moins de pefanteur

ſpécifique qu'on leur reconnoît. Nous les rapportons au tonneau de 2000 livres d'eau de mer, occupant 28 pieds cubiques.

Nous eſtimons celles { du leſt de fer.. 6 : 1
du leſt de pierre 3 : 2
de la charge.... 28 : 51 }

Cette dernière ſuppoſition n'eſt pas inattaquable; mais elle a été faite d'après une expérience fort étendue (*a*),

---

(*a*) Cette expérience, faite par ordre du maréchal de Caſtries, alors miniſtre de la marine, avoit pour but de déterminer une méthode de jaugeage; je la fis au Hâvre ſur une vingtaine de bâtimens de toutes conſtructions; elle fut faite dans tous les ports de commerce ſur cent cinquante navires, d'après l'inſtruction que je dreſſai pour l'uniformité dans les opérations.

On prenoit un bâtiment lége; on ſe faiſoit donner, par le capitaine, ſon tirant d'eau en charge; par une ſouſtraction du tirant d'eau lége de celui-ci, on avoit la hauteur de la tranche devant ſe ſubmerger par le poids du chargement, que l'on appelle par là *l'expoſant de la charge*. Au moyen de lignes à-plomb arraſant le fort du navire dans pluſieurs points déterminés de ſa longueur, on prenoit des diſtances horizontales de ces lignes au bordage, perpendiculairement à la ſection verticale-longitudinale du bâtiment : cela à la flottaiſon lége, c'eſt-à-dire au ras de l'eau; enſuite à une diſtance verticale de l'eau donnée par la hauteur de l'expoſant de charge, enfin à la moitié de cette hauteur pour avoir une ſection moyenne. Ces diſtances ſouſtraites des largeurs priſes au fort aux ſuſdits points déterminés, toujours au moyen des lignes à-plomb, & chacune à chacune, mettoient à même d'avoir trois ſections d'eau, & en conſéquence de calculer le déplacement de cet *expoſant de charge*; on l'évaluoit en quantité de tonneaux de 2000 liv. de poids, reconnus de 28 pieds cubes.

Après cela, par des opérations également multipliées, on cuboit exactement la cale & tout l'eſpace propre à recevoir la cargaiſon; on avoit une autre quantité en pieds cubes; or, le rapport de la première à celle-ci s'eſt trouvé en dernière analiſe être 28 : 51; c'eſt-à-dire qu'il y a autant d'eſpaces de 51 pi. dans la capacité du bâtiment, qu'il y a de tonneaux de 28 pi. dans l'expoſant de charge : ce qui fut examiné avec d'autant plus d'attention, qu'on étoit prévenu, contre ce réſultat, par une ancienne ordonnance qui attribue 42 pieds cubes d'eſpace ou d'arrimage par tonneau de poids. Au ſurplus, dans la loi pro-

& on reconnoîtra d'après les calculs particuliers qu'on pourra faire, qu'elle ne s'écarte pas ſenſiblement de la vérité.

Paſſons aux procédés.

Le préalable eſt de déterminer la quantité de leſt & de charge. Arrêtons-nous à 69 tonneaux de leſt de fer, 40 tonneaux de leſt de pierre, 200 tonneaux de charge.

Cette charge conſiſte en munitions de guerre, de bouche, rechange : elle eſt calculée ſur le pied de 6 mois de vivres, 3 mois d'eau pour 220 hommes d'équipage, d'après les règlemens à l'égard des munitions de guerre, rechange, manœuvres de combats, &c. En voici le détail.

Vivres pour 6 mois..............	66 tonneaux.
Eau pour 3 mois.................	62
Poudres.........................	6
Pièces à vin....................	8
Pièces à eau....................	15
Barils de poudre, gargouſſes, &c...	2
Boulets.........................	12
Tables..........................	14
Bois à brûler...................	15
	200

poſée ſur le jaugeage, la ſouſtraction d'un douzième ſur le tonnage d'un bâtiment à un ſeul pont ſur lequel il y a quelque reſſource pour le logement de l'équipage, réduit ce tonneau d'eſpace à 46 pi. $\frac{1}{4}$; & quant aux bâtimens non pontés, le creux étant près du plat-bord, cela leur donne une capacité telle que ſi on lui donnoit pour diviſeur une quantité moindre que 51 pieds, il en réſulteroit un déplacement auquel ces barques ne pourroient atteindre ſans être ſurchargées. Sur cet objet, il y a tant à dire relativement aux lieux, aux temps, aux longueurs de traverſées, que cela a rendu la queſtion du jaugeage difficile à réſoudre ; & ce n'eſt pas ici le lieu de le faire.

Le

Le rapport de 51 à 28, pour l'emplacement qu'occupe le chargement dans la cale, pourra paroître fort extraordinaire à l'égard des boulets; mais il faut savoir qu'une très-grande partie, souvent même une trop grande partie, est placée sur le pont, dans les parcs à boulets; ce qui rappelle plus ou moins à l'exactitude : le rapport est d'ailleurs trouvé fort bon pour le reste.

Le nombre d'équipage a été calculé pour paix, d'après le règlement concernant les équipages. (*Voyez* mon Encyclopédie Maritime, 2e. Tome, p. 186 & suivantes.)

Officiers de l'État-Major..........	10
Aspirans........................	6
Maîtres & matelots..............	150
Pour le service de santé, des cuisines.	13
Mousses........................	22
Ouvriers, valets, passagers, estimés à.	19
	220 hommes.

La quantité de vivres en pesanteur a été calculée aussi sur les règlemens. *Voyez* DÉTAIL, même volume de l'Encyclopédie, particulièrement p. 22 & 23; on en a relevé les tables & observations ci-après :

Pour notre objet, nous n'avons dû considérer que les navires faisant des voyages aux Colonies, parce que leurs cargaisons font en subsistances & autres denrées nécessaires aux communs besoins de la vie; ce qui forme aussi la charge des vaisseaux de guerre. Ces cargaisons remplissent ces bâtimens de commerce en même temps qu'elles les chargent : car communément ils ne prennent pas de lest, & c'est ainsi qu'il faut 51 pi. d'espace pour un tonneau de 2000 liv. de déplacement cubant 28 pi.: ce qui nous a fait adopter ce rapport.

TABLE de la quantité de Vivres par Mois, par Homme, suivant les Règlemens.

POUR CHAQUE HOMME.	PENDANT LES 35 PREMIERS JOURS.	PENDANT LES 25 JOURS SUIVANS.	PENDANT LES 30 JOURS SUIVANS.	TOTAL POUR LES 3 PREMIERS MOIS.	PENDANT LE MOIS SUIVANT, ET AINSI DES AUTRES.
	liv. onces.	liv. onces.	liv. onces.	liv. onces.	liv. onces.
Biscuit..................	39 6	28 2	33 12	104 4	33 12
Vin { par jour $\frac{1}{4}$ de pinte de 23 onces..... }	50 5	35 15	43 2	129 6	43 2
Lard...................	10 dî.(a) 3 12	7 dî. 2 10	12 dî. 4 8	10 14	21 dî. 7 14
Bœuf salé...............	5 dî. 2 8	3 dî. 1 8	5 dî. 2 8	6 8	0 0
Pieds & têtes............	5 dî. 2 13	3 dî. 1 11	0 0	4 8	0 0
Morue..................	15 dî. 3 12	0 0	0 0	3 12	0 0
Huile..................	0 15 $\frac{7}{10}$	0 7	0 7	1 13 $\frac{7}{10}$	0 7
Vinaigre................	1 8 $\frac{6}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$	2 6 $\frac{4}{10}$	0 6 $\frac{9}{10}$
Fromage................	0 0	2 dî. 0 6	8 dî. 1 8	1 14	4 dî. 0 12
Pois....................	12 so.(b) 3 0	{ 1 dî. & 11 so. } 3 0	{ 2 dî. & 10 so. } 3 0	9 0	{ 2 dî. & 10 so } 3 0
Fèves..................	12 so. 3 0	12 so. 3 0	12 so. 3 0	9 0	12 so. 3 0
Riz....................	11 so. 1 6	{ 9 dî. & 2 so } 1 6	{ 3 dî. & 8 so } 3 0	4 2	{ 3 dî. & 8 so. } 1 6
	112 6 $\frac{1}{10}$	78 7 $\frac{3}{10}$	93 9 $\frac{9}{10}$	284 8 $\frac{1}{10}$	93 11 $\frac{9}{10}$

(a) Dî.... Dîners, ainsi des autres. (b) So..... Soupers, ainsi des autres.

On embarque un quart en ſus de vin pour la demi-ration des Officiers mariniers & autres ayant droit.

On embarque pour les campagnes de la Méditerranée, un ſixième de moins de viandes ſalées; & pour celles de l'Amérique, un douzième: quantité que l'on juge pouvoir fournir en viande fraîche dans les lieux de relâche.

Dans les vaiſſeaux qui ont peu de cale, ou pour d'autres raiſons, on embarque quelquefois de l'eau-de-vie en place d'une partie du vin; la ration de cette boiſſon eſt le quart de celle du vin.

Il n'eſt pas dit qu'on fourniſſe abſolument la ration comme elle eſt établie ci-deſſus: on peut embarquer plus d'une denrée & moins de l'autre; mais dans la diſtribution on obſerve toujours la proportion que l'on peut reconnoître dans la table ci-contre. On embarque une certaine quantité de farine en place de biſcuit; ce que l'on prend de farine, doit peſer un tiers en ſus du biſcuit qu'elle remplace.

On embarque ſur le pied d'une barrique & un quart d'eau par jour, pour cent hommes. L'eau ſe met dans des pièces cerclées en fer; le vin de même, excepté celui qui doit ſe conſommer dans le premier mois de la campagne. Les ſalaiſons ſont dans des fûts ordinaires, la farine dans des quarts fort légers : on a donné le poids & les dimenſions de ces différens articles de tonnellerie, au mot *Bot* (*a*).

Le biſcuit & les légumes ſe mettent en ſoutes.

(*a*) On prévient que les renvois à des mots, ſont des renvois à l'Encyclopédie maritime : *au mot Bot*, voyez le mot *Bot* de cet ouvrage.

On embarque de bois pour les cuisines, pour chaque mois de campagne, les quantités spécifiées ci-après:

Vaisseau de 110 canons, 20 cordes, de 2 pi. $\frac{1}{2}$ à 3 pi. de long. ou...550 quint.
de 80 canons, 18 cordes ....ou...500
de 70 à 74...15............ou...425
de 60 à 64...12............ou...300
de 50.......10............ou...250
Frégat. de 30 & grosses Flûtes........... 6............ou...150
Corvettes au dessous de 30 & petites Flûtes. 4.......... ou...100
Bâtimens au dessous de 50 hommes.... 2............ou... 50

Le bois d'arrimage se prend en sus de ces quantités.

On voit dans la table, que la quantité pesante en vivres va à près de 94 livres par homme, par mois; on passe 100 livres à cause du coulage; ce qui produit les 66 tonneaux.

Suivant le même règlement, on passe une barrique $\frac{3}{4}$ d'eau par 100 hommes, par jour, estimant la barrique à 500 liv.; cela a donné pour trois mois les 62 tonneaux.

C'est d'après le règlement, page 235 de l'Encyclopédie, premier Tome, qu'on a trouvé 6 tonneaux de poudre pour 26 canons de 12 & 14 canons de 6; & 12 tonneaux de boulets, mitraille, gargousses.

Les vivres, excepté le vin, le peu qu'on embarque de farine, se mettent en soutes, lesquelles sont comprises dans les emménagemens.

Quant aux futailles ou barils : à l'égard du vin, on

voit dans la table, qu'un homme en consomme dans le mois 43 liv. ; mettons 50 liv. à cause du non plein; cela produit 66000 liv. pour 6 mois, ou 66 pièces de 2 barriques, pesant (Encyclopédie, pag. 174 du premier Tome) 242 livres : ce qui donne les 8 tonneaux.

Pour les 62 tonneaux d'eau, il faut 124 pièces de deux; aussi à 242 liv. chaque, cela fait 15 tonneaux.

Le baril de poudre de 100 liv. peut peser 30 à 36 liv.; c'est pourquoi on a passé pour cet objet 2 tonneaux.

Les 15 tonneaux de bois de cuisine sont pour deux mois, d'après la Table ci-dessus : on supposera que l'on se trouvera à même d'en faire en quelque lieu de relâche.

L'article des Tables souffre des variations.

Maintenant il y a, en premier lieu, à faire un bon plan intérieur; en second lieu, d'après ce plan, une échelle de capacité ; en troisième lieu, à en enseigner l'usage, pour déterminer, 1°. celle du lest de fer; 2°. celle de celui de pierre; 3°. celle de la charge. En quatrième lieu, rechercher le centre de gravité & moment de ces volumes : pareillement; 1°. du lest de fer; 2°. de celui du lest de pierre; 3°. de la charge; ce qui servira à déterminer ceux des objets contenus dans la cale.

I.

Des Plans de l'intérieur.

On fait un plan vertical - latitudinal de l'intérieur (*fig.* 94), d'après le plan vertical-latitudinal qui donne le gabarit des couples. PL. XXXI.

Pour y parvenir, calquez ce plan des gabarits comme vous l'avez fait pour la recherche du centre de gravité de coque, à tous les points de rencontre de la projection des lisses avec les couples, &c. prenez en dedans de ces points sur chaque lisse, l'épaisseur de la membrure, du vaigre, que vous trouvez dans le Tableau I de l'état de l'échantillon, &c. qui a servi à la méthode pour la recherche du centre de gravité de coque.

Par exemple, on voit qu'à la fausse lisse l'épaisseur du vaigre est de 0,081 mètres, & l'épaisseur de la membrure sur le tour de 0,298 : en tout 0,379 mètres ou 14 pouces.

Tous les anciens calculs de cette frégate ayant été faits d'après les anciennes mesures, occupé du principal de l'objet, on en a négligé la traduction, que le lecteur peut faire.

C'est donc 0,379 mètres ou 14 pouces, à prendre en dedans du point d'intersection du gabariage, par exemple, du maître avec la fausse lisse, c'est-à-dire de 1 à 1″ (*fig.* 94.)

On suppose que les projections de lisses coupent carrément à-peu-près les projections des couples ; quand il en est autrement, au lieu de porter sur la lisse le point intérieur que donne l'ouverture du compas, il faut, le point du gabariage pris pour centre (ici le point 1), de cette ouverture de compas, tracer un arc de cercle auquel seroit tangent le trait du plan inférieur.

Mais il faut dire quelque chose du point d'aboutissement à la carlingue.

Cette carlingue a 18 pouces de largeur ; il faut donc tirer ſur le plan vertical-latitudinal intérieur, des parallèles à la ligne du milieu, à 9 pouces de diſtance, tribord & babord ; c'eſt à ces traits, qu'on appelle ligne de la carlingue, que ſe termine le pied de ces eſpèces de gabariages intérieurs, & en un point normalement éloigné du gabariage extérieur de 17 pouces ; ſavoir, 14 pouces d'épaiſſeur du membre au talon, & 3 pouces de vaigre. Ainſi il doit y avoir 17 pouces de T' en T, de θ en t ; & tt' eſt la largeur de la demi-carlingue.

Ces points T, t, &c. ne peuvent ſe trouver ſans un peu de tâtonnement ; pour le faciliter, il ſera bon de mener ſur le plan vertical-latitudinal (*fig.* 92), un trait occulte Oo qui repréſente la projection de la carlingue, & le compas ouvert de 17 pouces, de faire gliſſer une de ces pointes ſur ce trait extérieur de la carlingue, juſqu'à ce que l'autre pointe ſoit ſur le trait du couple, en ſon point le plus éloigné de celui de la première qui détermine la ligne $T'T$ (*fig.* 94), & autres ſemblables : cela donneroit les diſtances $T'T$ θt, &c. & par conſéquent la détermination des points T, t, &c. PL. XXX. PL. XXXI.

Il conviendra de prendre cette hauteur de T au deſſus de la quille ; une ſemblable hauteur aux 4 ou 5 arrière & avant ; une ſemblable aux talons des 6 avant, 8 arrière ; de porter ces hauteurs ſur les projections des mêmes couples dans le plan vertical-longitudinal (*fig.* 91) PL. XXIX. en $t\,t'\;T\;T'\;T''$, & de faire paſſer une courbe par ces points : elle donnera exactement la hauteur de tous les autres pieds de gabariage ſur les lignes de la carlingue. L'épaiſſeur de la charpente vers le faux pont en donne

les points *A*, *A'* d'aboutiſſement à ſes extrémités; les points d'aboutiſſement des ſections horizontales, dont nous allons parler, ſe trouvent ſur cette ligne de carlingue *A t t' T T' T'' A'*.

Pl. XXXI. Ayant tracé le deſſin (*fig.* 94) tel que celui qu'on a ſous les yeux, ou plus exactement, parce que nous ne le donnons que comme figure de démonſtration, il faudra y mener des parallèles au trait de la quille, ou projections de plans horizontaux; n'étant pas des lignes d'eau, on n'a égard à aucune différence; dans ce deſſin on en a tiré une *H h* à un pied du deſſus du vaigre, contiguë à la carlingue; il faut bien déterminer ſa diſtance au deſſus de la quille; elle ſe trouve de 2 pi. 8 po. 6 lig.; le talon & le vaigre donnant une hauteur verticale de 1 pi. 8 po. 6 lig.

A cette parallèle on en tire d'autres de deux pieds en deux pieds 2 *H* 2 *h*, 3 *H* 3 *h*, &c., de manière à avoir quatre ou cinq tranches de deux pieds de hauteur.

Au moyen des ordonnées que donnent ces projections de plans horizontaux, on calcule la capacité comme on calculeroit un déplacement; on a la projection ſur le Pl. XXIX. plan vertical-longitudinal (*fig.* 91), du trait de la carlingue où aboutiſſent les gabariages intérieurs; en y menant les projections des plans horizontaux *H h*, 2 *H* 2 *h*, &c. comme ſur le plan vertical-latitudinal, on y a l'extrémité de ces plans horizontaux (dans ce trait de la carlingue), comme on a l'extrémité des lignes d'eau dans les rablures de l'étrave & de l'étambot: ce qui ſert à avoir les petites parties des ſections horizontales de l'arrière & de l'avant des ſections verticales-latitudinales

latitudinales extrêmes, lorſqu'elles valent la peine d'être calculées.

La partie principale de la cale entre le premier plan ou plan horizontal ſupérieur, & le ſixième ou le plan horizontal inférieur, & entre les ſections verticales latitudinales, *6* de l'avant & *8* de l'arrière, donne une capacité. (*Voyez* Tableau VII) de...... 21572^{pi}. 6^{po}. 7^{l}.

La petite partie au deſſous du plan horizontal inférieur *H h*, conſidéré comme un cône d'un pied de hauteur, a une capacité de....137. 2. 8.

Mais comme elle contient une portion de la carlingue de 18 po. de largeur, & élevée de 6 po. dans la cale, il faut avoir égard à ſa ſolidité, d'autant qu'elle eſt fort ſenſible dans un auſſi petit eſpace, & que d'ailleurs elle ſe trouve dans l'emplacement du leſt de fer : elle eſt de......... 57. 10. 10

} 79. 3. 10.

	21651. 10. 5.
Petite partie de l'avant.........	247. 6. 7.
Petite partie de l'arrière........	107. 7. 6.
	22007. 0. 6.

On voit dans ce Tableau, que la principale partie a été calculée ſelon l'uſage ordinaire.

La petite partie du fond a été conſidérée comme cône ayant pour baſe la ſection d'eau inférieure. On a pris

la somme des ordonnées du fond sans déduction d'extrêmes, parce qu'elle se termine de l'avant & de l'arrière, à-peu-près à une demi-distance; on l'a multipliée par cette distance commune; on a doublé pour avoir les deux côtés, & on a enfin multiplié par le tiers d'un pied hauteur du cône. C'est ainsi qu'on a eu :

25 pi. 4 po. × 8 pi. 1 po. 6 lig. × 4 po. × 2 = 137 pi. 2 po. 8 l.

Cette capacité contient une portion de la carlingue, dont une partie sur ses 18 po. de largeur & 8 distances de 8 pi. 1 po. 6 l., conserve sa hauteur de 6 pouces; les deux autres de l'avant & de l'arrière sont coupées en onglets par la section d'eau, ayant à-peu-près de longueur pour l'arrière deux distances, pour l'avant une seule.

C'est ainsi qu'on a eu pour parties : prismatique de la carlingue :

	8 × 8 pi. 1 po. 6 lig. × 1 pi. 6 po. × 6 po.	= 48 pi.	9 po.	0 li.
Arrière :	2 × 8 pi. 1 po. 6 lig. × 1 pi. 6 po. × 6 po. × $\frac{1}{2}$ =	6.	1.	1
Avant :	8 pi. 1 po. 6 lig. × 1 pi. 6 po. × 6 po. × $\frac{1}{2}$ =	3.	0.	9
	TOTAL......................	57.	10.	10

Les petites parties de l'avant & de l'arrière ont comme celle du fond, été considérées comme coniques, ou plutôt pyramides triangulaires ayant pour base : celle de l'avant la section du sixième couple; celle de l'arrière la section du huitième ; pour la hauteur leur distance à l'arrière & l'avant, prises dans la section horizontale supérieure. C'est ainsi qu'on a trouvé pour les petites parties : de l'avant 247 pi. 6 po. 7 lig.; de l'arrière 107 pi. 7 po. 6 li.

Ces petites parties du fond, de l'avant, de l'arrière, considérées ici comme coniques ou pyramides triangulaires, parce que le bâtiment est très-fin, pourroient l'être

dans un bâtiment plus plein, comme paraboloïde dont on multiplieroit la baſe alors par la moitié de ſa hauteur; ou même comme demi-ſphéroïde ou demi-ellipſoïde, dont on multiplieroit la baſe par les deux tiers de cette même hauteur. Il faudra ſe ſouvenir que dans ces trois ſolides, le centre de gravité eſt à une diſtance de la baſe: pour le cône, de $\frac{1}{4}$ de la hauteur; pour le paraboloïde, de $\frac{1}{3}$; pour le demi-ſphéroïde ou demi-ellipſoïde, de $\frac{3}{8}$; mais comme cela dépend d'une eſtimation où il y a toujours de l'arbitraire, il convient de rendre ces parties les plus petites poſſibles; ce ſur quoi l'expérience nous mettra dans le cas de revenir.

Ce calcul de capacités ſert ſeulement à une eſpèce de vérification pour celui par tranche qui nous doit procurer l'échelle de capacité; & le voici (*Voyez* toujours le Tableau VII.):

Pieds.				
1	Petite partie du fond, d'un pi. de haut.	79	3	10
2	Tranche inférieure ou 5ᵉ tranche, de 2 pi. de hauteur..........	1763	5	6
3		1842	9	4
2	Tranche quatrième, de *idem*....	3433	3	6
5		5276	0	10
2	Tranche troiſième, de *idem*.....	4706	1	0
7		9982	1	10
2	Tranche deuxième, de *idem*.....	5641	11	1
9		15624	0	11
2	Tranche première, de *idem*.....	6382	5	7
11		22006	6	6

Les petites parties de l'arrière & de l'avant qui ont valu la peine d'être calculées, sont comprises dans leurs tranches respectives. Dans le calcul en grand, celle de l'arrière a été trouvée de 107 pi. 7 po. 6 li.; celle de l'avant de 247 pi. 6 po. 7 li. : elles ont été considérées comme pyramides triangulaires ayant pour base une section verticale. Les envisageant toujours sous la même figure, mais leur donnant pour base la petite partie de la section horizontale supérieure, celle de l'avant comprendra les extrémités avant des quatre tranches; l'extrémité de la tranche supérieure se trouvera en retranchant de la pyramide totale 247 pi., dont elle est un tronc, la pyramide qui la surmonte, de trois hauteurs de tranches ou 6 pi. La hauteur de cette nouvelle pyramide étant à la première dans le rapport de 3 à 4, leur solidité sera dans le rapport de 27 à 64; par conséquent celle cherchée sera $= \frac{27}{64} \times 247 = 104{,}2$ & la petite tranche supérieure $= 247 - 104 = 143$: on a porté 144, parce que la courbure à cette section supérieure est un peu sensible, & qu'approchant du sommet elle se redresse; elle devient même rentrante.

La pyramide de l'arrière ne comprend que trois tranches. D'après le même raisonnement on aura la petite partie de tranches supérieures = (107 pi. 6 po. 7 li.) ou 108 pi. $- \frac{8}{27} \times 108 = 76$.

On voit comme on s'est procuré les autres.

Il eût été bon de faire la tranche inférieure seulement d'un pied de hauteur, ainsi que celle de la petite partie du fond, afin de mieux prononcer la courbure de l'échelle de solidité; notre courbure au premier tracé s'est trouvée

trop alongée, & il a fallu la corriger d'après la section supérieure du lest de fer : quoi qu'il en soit, ceci est suffisant pour les principes.

I I.

De l'Echelle de Capacité.

Vous menez une droite *A B* (*fig.* 95.) de 22006 pi. ou de 2200,6 parties égales qui alors valent chacune 10 pi. cubes ; les 22006 étant la quantité de pieds cubes de capacité que nous avons trouvée dans la cale jusqu'à 11 pi. de hauteur : cette ligne est proprement dite l'échelle de capacité. PL. XXXI.

A l'une de ses extrémités vous élevez une perpendiculaire *A b*, que vous graduez en pi. po. lig.: c'est une mesure linéaire ou l'échelle des profondeurs.

Vous remarquerez que dans votre calcul de capacité par tranche, vous avez d'abord une partie au fond d'un pied de hauteur, cubant 79 pi. 3 po. 10 lig., ou 80 pi. ; vous prenez sur votre échelle *A B*, proprement dite de capacité, divisée en 2200,6 parties égales, 8 de ces parties, & par le point, à cette distance, vous élevez une perpendiculaire; vous prenez un pied sur l'échelle de profondeur à partir de son point de rencontre *A* avec celle de capacité, ou de l'origine des graduations; à ce point vous élevez aussi une perpendiculaire : le point de rencontre *h* des deux perpendiculaires est un des points de la courbe d'interpolation, qui a son origine au point de rencontre des échelles de capacité & de profondeur.

Pour en avoir le troisième point, vous prenez, toujours de l'origine de graduation des échelles, 1842 pi. 9 po. 4 l. ou 184,3 parties sur celle de capacité, & 3 pi. sur celle de profondeur; les perpendiculaires élevées à ces points vous donneront pour leur rencontre ce troisième point *h'*.

Par analogie à ce procédé, l'inspection du calcul de capacité par tranche, & celle de la figure, on voit ce que l'on a à faire pour se procurer les 4, 5, 6 & 7 autres points, *h''*, *h'''*, &c.

Par ces sept points, y compris celui de l'origine, vous faites passer une courbe bien suivie.

Il faut répéter ici qu'ayant pris tout de suite une tranche de 2 pi. après la petite distance du fond d'un pied, la courbure entre ces deux points a été reconnue n'être pas assez bien prononcée pour donner avec exactitude la hauteur du lest de fer; on l'a corrigée au moyen du calcul du plan horizontal supérieur dudit lest de fer à la hauteur qui convenoit. Pour obvier à cet inconvénient, il faut partager cette première tranche en deux; c'est-à-dire qu'on aura la petite partie du fond d'un pied & deux tranches successives d'un pied de hauteur: les autres peuvent rester à deux pieds de hauteur chaque.

On a pensé qu'il étoit plus instructif de faire remarquer le résultat de cette faute dans l'appréciation des négligences, que de le corriger sans mot dire; car dans les arts, pour expédier, il faut éviter ce qui est minutieux; mais il faut de la sagacité & de l'expérience pour apprécier la suite des procédés qui peuvent abréger les opérations.

En employant le mètre, on pourra diviser le premier en cinq parties de deux décimètres chaque,

I I I.

De l'Usage de l'Echelle de capacité :

1°. *à l'égard du Lest de fer.*

Nous avons vu au commencement de cette instruction, que la frégate doit prendre 69 tonneaux de lest en fer; en eau de mer ou l'équivalent, 69 tonneaux, à 28 pieds par tonneau, occuperoient un espace de 1932 pi.; mais le rapport de la pesanteur spécifique de ce lest à l'eau de mer étant 6 : 1, l'espace nécessaire au premier ne doit être que le sixième de celui qu'occuperoit cette eau de mer, ou de $\frac{1932}{6} = 322$ pieds.

D'une ouverture de compas de 32,2, déterminez sur l'échelle de capacité, à partir de son origine, un point auquel vous élevez une perpendiculaire à cette ligne; prenez la distance du point de rencontre *f* de cette perpendiculaire avec la ligne d'interpolation à ladite échelle de capacité ; portez cette distance sur l'échelle de profondeur, toujours à partir de son origine : on trouve 1 pi. 6 po. (on avoit trouvé moins d'abord, par la raison que nous avons rapportée plus haut) ; le lest de fer montera donc jusqu'à 1 pied & demi du fond. Menez sur les plans vertical-latitudinal & vertical-longitudinal des capacités ou intérieurs, une parallèle aux projections de plans horizontaux à 18 po. du fond, ou à 6 po. au-dessus du plan horizontal inférieur ; calculez la surface de ce nouveau plan horizontal; & la considérant comme la base d'un cône renversé, multipliez la par le tiers de la hauteur ou 6 po.

Cette ſuppoſition que cette partie de la cale eſt conoïdale, n'eſt pas d'une exactitude parfaite : elle eſt plus grande; mais comme la très-petite inexactitude eſt défavorable à la ſtabilité, ſur laquelle il faut avoir toute sûreté, on la laiſſe ſubſiſter; d'ailleurs nous y pourrons trouver quelque compenſation.

Mais ce qu'il n'eſt pas permis de négliger dans un eſpace auſſi petit, c'eſt la ſolidité de la partie de la carlingue qu'elle contient, d'autant qu'elle occupe la place du leſt de fer, 6 à 7 fois plus peſant.

Pour y avoir égard, au lieu de porter les ordonnées du plan horizontal ſupérieur du leſt en totalité, on a déduit de chaque 9 po.; ou, ce qui revient au même, au lieu de les prendre de la ligne du milieu on les prend des lignes de la carlingue.

Cette partie du plan horizontal a donné 489 pi. carrés de ſurface (Tableau VIII), leſquels multipliés par 6 po., tiers de la hauteur, produiſent une ſolidité de 244 pieds 6 pouces.

Mais la carlingue n'occupant ſur ſa largeur de 18 po. que 6 po. de hauteur au milieu, il reſte au-deſſus un eſpace vide d'un pied, pareillement au milieu, auſſi de 18 po. de largeur, trouvé d'une longueur de 96 pi; la conſidérant comme un priſme triangulaire dont les baſes ſont verticales-longitudinales, on a

$$96 \text{ pi.} \times 1 \text{ pi. } 6 \text{ po.} \times 1 \text{ pi.} \times \tfrac{1}{2} = 72$$
$$244 \text{ pi. } 6 \text{ po.} + 72 = \times\, 316 \text{ pi. } 6 \text{ po.}$$

Nous avons vu qu'il faudroit 322 pi. pour les 69 tonneaux; 316 pi. 6 po. n'en donnent pas tout-à-fait 68 : c'eſt

C'eſt ici que nous pouvons trouver la compenſation prévue (page 264, ligne 5.) avec le défaut en capacité que nous a donné la conſidération des courbures alongées de la carlingue, comme des droites, & par conſéquent de la capacité comme conoïdale.

2°. *Du Leſt de pierre.*

La frégate prendra 41 tonneaux de leſt en pierre; à 28 pi. du tonneau ce feroit 1148 pi. d'eſpace qu'il faudroit; mais à cauſe du rapport de la peſanteur ſpécifique de ce leſt à celle de l'eau de mer 3 : 2, on a $\frac{2}{3} \times 1148 =$ 765 pieds; ces 765 pieds avec les 322 pieds de leſt de fer, font une ſomme de 1087 pi. qu'il faut prendre ſur l'échelle de capacité; à 1087 pi. ou 108,7 parties, élevez une perpendiculaire; & du point de rencontre *P* de cette perpendiculaire avec la courbe d'interpolation, prenez la diſtance à l'échelle de capacité; voyez ce qu'elle donne en pi., po., lig. ſur l'échelle des profondeurs; vous trouverez 2 pi. 5 po., dont 1 pi. 6 po. pour le leſt de fer: ainſi le leſt de pierre occupera une tranche de 11 po. de hauteur entre le plan horizontal ſupérieur du leſt de fer (l'inférieur à l'égard du leſt de pierre) & le plan ſupérieur dudit leſt de pierre. Il faut projeter ce dernier & le calculer (Tableau VIII), l'ajouter à celui inférieur ou ſupérieur du leſt de fer (avec reſtitution, bien entendu, de ce qui avoit été déduit pour la carlingue, qui n'occupe plus dans les extrémités qu'un eſpace peu ſenſible) : la moitié de la ſomme de ces deux plans 857 pi. 5 po. 8 lig., multipliée par l'épaiſſeur de la tranche 11 po., produira 785 pi. ou 42 tonneaux en leſt de pierre. Le calcul ſuppoſe les deux

sections horizontales de longueurs égales, ce qui n'est pas; joint à cela la petite portion de carlingue interceptée entr'elles : cela a pu donner le tonneau d'excédant.

3°. *Du Chargement.*

La partie du chargement qui va dans la cale est de 200 tonneaux. Le rapport de sa pesanteur spécifique moyenne à celle de l'eau de mer est 28 : 51 ; ainsi il occupera un espace de 10200 pi. au-dessus du lest de fer & du lest de pierre, qui en occupent ensemble un de 1087 ; donc son plan horizontal supérieur sera à la hauteur que donnera sur la courbe d'interpolation 11287 pi. cubes, ou 1128,7 parties prises sur l'échelle de capacité. Le point d'intersection *C* de la perpendiculaire avec cette courbe est à 7 pi. $\frac{1}{2}$ de hauteur.

Il faut calculer le plan horizontal à 7 pi. $\frac{1}{2}$ de hauteur, en ajouter la surface à celle du plan à 7 pi., qui a été calculée pour la construction de l'échelle de solidité (Tableau VII); multiplier la moitié de la somme par 6 po.; vous aurez pour cette petite tranche supérieure du chargement (Tableau VIII)........... 1341 pi. 8 po. 7 li.

Ensuite vous avez deux tranches toutes calculées :

La troisième (pag. 259, lig. 24.) de.	4706	1	0
La quatrième (pag. 259, lig. 22.)..	3433	3	6
Ajoutez-y (*Voyez* la remarque ci-dessous)......................	713	2	2
Total (un peu moins de 10200)...	10194	3	3

Les 713 pi. 2 po. 2 li. que nous avons ajoutés, proviennent de la solidité de la petite tranche inférieure de ce chargement. Le lest de pierre monte jusqu'à 2 pi. 5 po.; le plan in-

férieur de la quatrième tranche eſt à une hauteur de 3 pi.; il y a donc un eſpace de 7 po. de hauteur entre ces deux plans, dont on a multiplié la moitié de la ſomme par ces 7 po. (Tableau VIII).

I V.

Détermination du centre de gravité du Leſt & du Chargement, relativement à la ligne d'eau en charge.

1°. *Recherche du Moment du Leſt de fer.*

L'emplacement du leſt de fer eſt compoſé de 2 parties; l'une conſidérée comme cône renverſé de 244 pi. 6 po., ou 244 pi. de capacité, ayant 18 po. de hauteur; l'autre de 72 pi. conſidérée comme priſmatique, ayant pour baſe des triangles verticaux-longitudinaux d'un pied de hauteur: la diſtance du centre de gravité à la ſurface ſupérieure du leſt de fer eſt, pour le cône, $\frac{1}{4} \times 18$ po. $=$ 4 po. $\frac{1}{2}$; & pour le priſme, $\frac{1}{3} \times 1$ pied $=$ 4 po.

$$\frac{244 \text{ p. c} \times 4 \text{ po. } \frac{1}{2} + 72 \text{ p. c} \times 4 \text{ po.}}{244 \text{ p. c} + 72 \text{ p. c.}} = 0 \text{ pi. } 4 \text{ po. } 4 \text{ lig. } \frac{1}{2}$$

Le centre de gravité du leſt de fer ſera donc en-deſſous de ſon plan ſupérieur, de la quantité de...	0	4	4 $\frac{2}{4}$
Ce plan ſupérieur eſt au-deſſous de la quatrième tranche de..................	1	6	0
Les quatre tranches ſupérieures ont enſemble de hauteur....................	8	0	0
La première tranche eſt au-deſſous de la ligne d'eau en charge de............	0	11	0
Moment du leſt de fer par rapport à la flottaiſon, 69 ×......................	10	9	4

Mais il faut rapporter la diſtance au-deſſous de la quille, & la réduire en mètres. Le tirant d'eau moyen a 6 pi. de batterie, étant de 14 pi. 9 po. 6 li.; cette diſtance ſera (14 pi. 9 po. 6 li. – 10 pi. 9 po. 4 li. $\frac{1}{2}$) × 0,325 = 1,302 mètres; & le moment ſera = 69 × 1,302 mètres = 89,838.

2°. *Recherche du Moment du Leſt de pierre.*

Le leſt de pierre occupe une tranche au-deſſus de celui de fer, de 11 po. de hauteur (p. 53, li. 6.); vous en avez les plans ſupérieur & inférieur, ſavoir (Tableau VIII), 67 pi. pour la partie variable de la ſection ſupérieure, & 38 pi. pour l'inférieure, y compris les reſtitutions des 9 po. par ordonnées. Les conſidérant comme baſe de trapèze, vous aurez la diſtance du centre de gravité à la ſection ſupérieure $= \frac{1}{3} \times 11 \text{ po.} \times \frac{67 \text{ pi.} + 2 \times 38 \text{ pi.}}{67 \text{ pi.} + 38 \text{ pi.}} = 5$ pouces (Méch. 279.)

Ajoutez à cette quantité de........	0 pi.	5 po.	0 li.
La diſtance de ce plan ſupérieur à la quatrième tranche..................	0	7	0
Les quatre tranches ſupérieures......	8	0	0
La diſtance de la première tranche à la ligne d'eau.......................	0	11	0
Moment du leſt de pierre par rapport à la flottaiſon, 41 ×...............	9	11	0

Mais conformément à l'obſervation faite au leſt de fer, le moment ſera 41 × (14 pi. 9 po. 6 li. — 9 pi. 11 po.) × 0,325 = 64,944, par rapport au deſſous de la quille, & en mètre.

3°. *Recherche du Moment de la charge.*

L'emplacement doit être considéré en trois parties;

SAVOIR:

1°. La petite tranche en-dessous de la quatrième tranche ayant de hauteur....................	0 pi.	7 po.	0 li.
2°. Les tranches troisième & quatrième.	4	0	0
3°. La petite tranche au-dessus de la troisième ayant de hauteur...........	0	6	0
	5	1	0
Car, avec les 1 pi. 6 po. de hauteur du lest de fer, & 11 po. de lest de pierre, en tout.	2	5	0
On a la hauteur trouvée (p. 54, li. 3.) de la charge......................	7	6	0

Considérant toujours la petite tranche de 7 po. de hauteur comme un trapèze ayant pour facteur variable de ses bases supérieure & inférieure 83 & 67 (Tableau VIII), vous aurez la distance de son centre de gravité à la section supérieure $= \frac{1}{3} \times 7 \times \frac{83 + 2 \times 67}{83 + 67} = 3$ po. 4 lig. (Méch. 279).

Et pour le rapporter à la flottaison, ajoutez à ces..........................	0 pi.	3 po.	4 li.
Hauteur ensemble des quatre tranches.	8	0	0
Distance de la première tranche à la ligne d'eau........................	0	11	0
Distance du centre de la petite tranche inférieure à la flottaison.............	9	2	4

Continuant à considérer les petites tranches comme trapèze, ayant pour celle supérieure de 6 po. de hauteur, les facteurs variables des bases 170 pi. 5 po. 4 lig. & 159 pi. 9 po.

9 lig. (Tableau VIII), ou en nombre rond 170 & 160, on aura la distance du centre de gravité à la supérieure

$$= \frac{1}{3} \times 6 \text{ po.} \times \frac{170 \text{ pi.} + 2 \times 160 \text{ pi.}}{170 \text{ pi.} + 160 \text{ pi.}} = 3 \text{ po. foibles.}$$

Et pour le rapporter à la flottaison, ajoutez à ces	0 pi.	3 po.	0 li.
Considérant que cette petite tranche est prise sur la seconde, à laquelle il reste de hauteur 1 pi. 6 po., cette quantité..	1	6	0
Hauteur de la première tranche.....	2	0	0
Distance de cette première tranche à la ligne d'eau..........	0	11	0
Distance du centre de gravité de la petite tranche supérieure à la flottaison....	4	8	0

Quant aux tranches troisième & quatrième, il faut les calculer comme à l'ordinaire, au moyen des plans supérieurs & inférieur, & de l'intermédiaire ou de leurs facteurs variables 160 pi., 127 pi., 83 pi. en nombres ronds (Tableau VII).

	pi.	po.	lig.
$\frac{\frac{1}{4} \times 160 \text{ pi.} + 1 \times 127 \text{ pi.} + \frac{1}{6} \times 5 \times 83 \text{ pi.}}{160 \text{ pi.} + 127 \text{ pi.} + 83 \text{ pi.}} =$	1	9	7
Hauteur des tranches première & deux.	4	0	0
Distance de la première à la ligne d'eau.	0	11	0
Distance du centre de gravité des deux principales tranches à la flottaison......	6	8	7

Pour avoir la position en hauteur du centre de gravité du solide, composée de ces trois parties, ou de la charge, divisons la somme des momens de chacune de ses trois parties, comptant les 3[e]. & 4[e]. tranches pour une, par la somme desdites trois parties, que nous trouvons (pag. 266), ainsi :

$$\frac{1341 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 7 \text{ lig.} \times 4 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 0 \text{ lig.} + 8139 \text{ pi. } 4 \text{ po. } 6 \text{ lig.} \times 6 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 7 \text{ lig.} + 713 \text{ pi. } 2 \text{ po. } 2 \text{ lig.} \times 9 \text{ pi. } 2 \text{ po. } 4 \text{ lig.}}{1341 \text{ pi. } 8 \text{ po. } 7 \text{ lig.} + 8139 \text{ pi. } 4 \text{ po. } 6 \text{ lig.} + 713 \text{ pi. } 2 \text{ po. } 2 \text{ lig.}}$$

$= 6$ pi. 7 po. 5 lig.

Moment de la charge 10194 pi. 3 po. 3 lig. ou 200 tonneaux × 6 pi. 7 po. 5 lig. (par rapport à la flottaison.)

Mais toujours en conformité de l'observation (p. 268, l. 3); ce sera 200 × (14 pi. 9 po. 6 lig. — 6 pi. 7 po. 5 lig.), × 0,325 = 531, par rapport au dessous de la quille : la distance en mètre.

CHAPITRE TROISIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité de l'Artillerie.

Il faut rechercher la distance du centre de gravité du canon sur son affût pour chaque calibre, au plan sur lequel portent les roues ou à la plate-forme. On a trouvé quelle étoit les $\frac{23}{24}$ de la plus grande hauteur de l'affût, y compris les roues (*) (*a*) : c'est ce qu'il convient de vérifier. Pour cela on peut avoir recours aux mots AFFUT *de bord* & CANON, où on trouvera tout ce qui est nécessaire pour faire des projections de canons montés sur leurs affûts : on s'aidera, si l'on veut, des figures qui y sont indiquées. Ces projections suffiront pour la recherche du centre de gravité d'affûts & de canons; l'opération pour l'affût ne peut souffrir aucune difficulté; les fers y étant employés à-peu-près de manière à ne pas en changer le centre de gravité de figure. Quant au canon, il est posé dans l'encastrement des tourillons; le centre desdits tourillons à l'à-plomb du centre d'essieu; ou, plus exactement, l'axe des tourillons dans un plan perpendiculaire à celui sur lequel posent les roues : ledit plan perpendiculaire, tangent au-dedans des museaux de l'essieu de l'avant.

(*) La Note (*a*), ainsi que les suivantes, se trouveront à la fin du Discours.

Son centre de gravité en hauteur paroîtroit devoir être dans l'axe; cependant en entrant en conſidération des tourillons dont l'axe particulier eſt en-deſſous de l'axe du canon d'une quantité égale au rayon deſdits tourillons, le centre de gravité de la pièce en ſera plus bas, mais peu ſenſiblement.

A cette diſtance de $\frac{23}{24}$ de la hauteur de l'affût, plus l'épaiſſeur du bordage du pont, on a imaginé une parallèle à la ligne du pont; dans cette ligne giſent les centres de gravité des pièces; & comme ils ſont, ou cenſés être, diſtribués uniformément, le centre de gravité de ſyſtème ou de la batterie eſt celui de cette ligne; la conſidérant comme un arc de cercle, connoiſſant la longueur du pont & ſa tonture, on aura ce centre de gravité en la traitant comme on a traité les lignes du bouge des baux. On a trouvé qu'il eſt ſur ſa flèche à une diſtance de la courbe de $\frac{79}{100}$ de cette flèche (*b*) : c'eſt auſſi à vérifier. Pour une tonture donnée par la méthode de M. Olivier (page 109 du premier Tome), on a eu $\frac{395}{1000}$; ce qui s'accorde ſingulièrement.

La poſition du centre de gravité ſur la longueur de la pièce ne nous intéreſſe pas pour le préſent; mais comme il eſt néceſſaire de l'avoir pour pluſieurs déterminations importantes, par exemple, pour trouver l'inclinaiſon qui réſulteroit de la poſition des canons à bout de bragues d'un côté, au ſabord de l'autre, nous ne croyons pas devoir quitter ce ſujet ſans en parler; elle peut être trouvée facilement, ſi l'on ſe permet de la conſidérer comme un cône tronqué, dont la petite baſe auroit de diamètre les $\frac{2}{3}$ de la grande; ce qui eſt conforme à la vérité à peu de

de chose près; alors faisant le diamètre à la culasse = $n\ C$, C étant le calibre de la pièce, & sa longueur = mC, on aura la solidité du canon en le considérant comme massif = $\frac{11}{14} \times \frac{19}{27} \times m\ C \times n^2\ C^2$, & la distance de son centre de gravité à la section de la culasse & de sa plate-bande = $\frac{33}{76} \times m\ C$; ce qui sera démontré (p. 277, l. 11, & p. 278, l. 26). Maintenant il faut avoir égard à l'âme, qui a la valeur d'un calibre de moins de longueur, que celle de la pièce, de la section de la culasse à la tranche; sa solidité sera donc $\frac{11}{14}(m\,C - C)\,C^2 = \frac{11}{14}(m\,C^3 - C^3)$; $\frac{11}{14}$ étant un facteur constant de toutes les solidités & momens, on peut en faire abstraction jusqu'à la fin du calcul; & au lieu d'y employer la distance de centre de gravité à la section de culasse, il sera plus commode de prendre celle à la tranche, qui sera pour le canon non foré = $\frac{43}{76}\, m\ C$, & pour l'âme $\frac{1}{2}\,(m\ C - C)$. Donc pour avoir la distance du centre de gravité du canon foré à sa tranche, il faudra faire cette équation :

$$\frac{19}{27}\, m\ C \times n^2\ C^2 \times \frac{43}{76}\, m\ C = C^2 \times (m\ C - C) \times$$
$$\frac{1}{2}\,(m\ C - C) + \left(\frac{19}{27}\, m\ C \times n^2 C^2 - (m\ C - C)\ C^2\right) x.$$

Réduisant & faisant le calcul numérique, on aura :

$$x = \frac{0{,}398148 \times m^2 \times n^2 - 0{,}5 \times m^2 + m - 0{,}5}{0{,}703704 \times m \times n^2 - m + 1} \times C$$

Faisant l'application au canon de 12, dont la longueur est 7,5 pieds (*Voyez* toujours l'Encyclopédie Maritime), le calibre de la pièce 4 po. 5 li. 9 points, ou 0,37325 pi.; l'épaisseur de la matière à la culasse $\frac{24}{20}\ C$, par conséquent le diamètre = $(\frac{24}{20} + \frac{24}{20} + \frac{\ }{20})\ C = \frac{68}{20}\ C = 3{,}4 \times C$, on aura :

$m = \frac{7,5}{0,37325} = 20,093$ & $n = 3,4$; d'où $x = 0,37325 \times$

$$\frac{0,398148 \times \overline{20,093^2} \times \overline{3,4}^2 - 0,5 \times \overline{20,093}^2 + 20,093 - 0,5}{0,703704 \times 20,093 \times \overline{3,4}^2 - 20,093 + 1.} = 4,33353.$$

Les manœuvres & ustensiles de l'artillerie étant des objets très-mobiles, on a jugé qu'on en pouvoit placer le centre de gravité dans celui du canon sur son affût ; on a trouvé que leur poids est le quart de celui de l'affût, au moyen de celui des ustensiles, & des dimensions des manœuvres avec la méthode pour en procurer aussi le poids, qu'on trouve au mot *Canonnage*, & dans ma traduction de Chapman (page 164, ligne 37).

Sur ces données faisons l'application à la batterie de douze de notre frégate, dont les dimensions nécessaires pour notre calcul sont :

Longueur du pont de dedans en dedans..		134 pi.	0	0
Creux sur quille.	Arrière............	20	0	6
	Milieu............	17	10	6
	Avant.............	19	8	6

$\frac{1}{2} \times$ (20 pi. 0 po. 6 li. + 19 pi. 8 po. 6 li.) — 17 pi. 10 po. 6 li. = 2 pieds.

Poids du canon de 12........	3278
Idem de l'affût..............	547
Idem du grément & ustensiles, $\frac{1}{4} \times 547 =$	137
	3962
	× 26 = 103012

ou bien 51,506 tonneaux.

La hauteur de l'affût doit être égale à celle du feuillet au-dessus du bordage, plus les $\frac{2}{3}$ de la hauteur du sabord

(Voyez *Affût*, *Sabord*); par conféquent pour le canon de 12 : hauteur d'affût, y compris les roues, 1 pi. 6 po. + $\frac{2}{5}$ × (2 pi. 3 po.) = 2 pi. 4 po. 9 lig., ou 2,396 pi.

Hauteur du centre de gravité $\frac{23}{24}$ × 2,396 = 2,296.

Ainfi les centres de gravité des canons font répartis uniformément fur une courbe en arc de cercle de 134 pieds de corde, & relativement aux différens creux, de deux pieds de flèche (page 274, ligne 19), laquelle courbe eft au-deffus de la ligne du pont de 2,296 pieds, plus 0,250 d'épaiffeur du bordage du pont; en tout 2,546.

En fuppofant que le centre de gravité de cette courbe foit aux $\frac{79}{200}$ de fa flèche de 2 pieds au-deffus de l'origine de cette flèche, on aura à cet égard........ 0,790 pi.

Hauteur de la ligne des centres de gravité au-deffus de celle du pont................ 2,546

3,336

Creux au milieu, 17 pi. 10 po. 6 li. ou.... 17,875

Diftance du centre de gravité de la batterie au-deffus de la quille.................... 21,211

Idem au-deffous de cette quille de 14 po. ou 1,166

22,377

Poids & momens de cette batterie, 51,506 tonneaux × 22,377 pieds, ou pour la diftance en mètres, 51,506 tonneaux × 7,269 mètres = 374,297.

Par un calcul analogue, on trouve les poids & momens de la batterie des gaillards être de 15,141 × 27,89 pi., ou la diftance en mètre 15,141 × 9,061 mètres : = 137,1923.

Il y auroit bien quelque chofe à dire fur la confidéra-

tion de la batterie des gaillards comme prolongée de long en long : elle fait baiſſer le centre de gravité ; mais il faut faire attention que celle de 12, conſidérée auſſi comme répartie ſur toute la longueur, laiſſe cependant ſans être garni un aſſez grand eſpace de l'arrière, & un plus grand encore de l'avant ; d'où il réſulte que notre ſuppoſition exhauſſe ſon centre de gravité, de manière à faire compenſation, d'autant que le poids du canon à cette batterie eſt plus du double de celui de ſix (*c*).

CHAPITRE QUATRIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Mâts & Vergues, & acceſſoires, comme Voiles, Gréement, Chaînes de Haubans.

Nous conſidérons d'abord le mât en général, enſuite celui cerclé en fer comme le ſont les mâts majeurs des vaiſſeaux & frégates ; enfin nous parlons des vergues dont la figure ſymétrique détermine le centre de gravité au milieu de leur grand axe, nous laiſſant ſeulement à faire la recherche de leurs ſolidités & poids.

I.

Du Poids & du Centre de gravité des Mâts.

1°. *Du Poids des Mâts.*

Pour ſimplifier, nous conſidérons les mâts comme des cônes tronqués, dont le diamètre de la petite baſe eſt les $\frac{2}{3}$ du grand. Le petit diamètre pour la haute mâture n'eſt pas les deux tiers du grand ; mais cette inexactitude eſt compenſée par les jumelles, les tons, jottereaux, chou-

quets, &c. & la forme ellipsoïde des mâts à laquelle nous n'avons pas égard.

Pour en avoir la solidité, faisons la longueur du tronc de cône $= L$; le grand diamètre $= D$; par conséquent le petit diamètre $= \frac{2}{3} D$.

Nous aurons au moyen de ce tronc, la longueur totale du cône auquel il appartient, par cette proportion :

$$D - \tfrac{2}{3} D : L :: D : \frac{L \times D}{D - \frac{2}{3} D} = \frac{L \times D}{\frac{1}{3} D} = 3 L.$$

Et nous aurons sa solidité par cette autre proportion, supposant le rapport du diamètre à la circonférence 7 : 22, $=$

$$\tfrac{11}{14} (D^2 \times L - \tfrac{4}{9} D^2 \times \tfrac{2}{3} L) = \tfrac{11}{14} \left((1 - \tfrac{8}{27}) D^2 L \right) = \tfrac{11}{14} \times \tfrac{19}{27} D^2 L = \tfrac{209}{378} L D^2 = N - 0{,}25734551 \times L D^2.$$

Nous aurons enfin le poids, supposant que le pied cubique de sapin pèse 38,113 livres poids de marc, d'après le rapport 0,55 : 1,03 de cette sorte de bois à l'eau de mer (Voyez *Pesanteur*), au pied cube de laquelle on attribue le poids de 17,375 (*d*): nous aurons, dis-je, ce poids du mât en multipliant la solidité trouvée par ce nombre, & on aura :

$$38{,}113 \times \tfrac{209}{378} \times L \times D^2 = 21{,}07306 \times L \times D^2 = N\ 1{,}3237276 \times L \times D^2.$$

2°. *Du poids des Cercles de Mâts, & de ce qu'il résulte de cette addition aux Mâts majeurs.*

Nous établissons que les cercles de mâts sont distribués de trois pieds en trois pieds ; ainsi la longueur du mât en pied étant $= L$, le nombre de cercle sera un tiers L.

La largeur des bandes de fer dont ils sont formés est assez constamment de 3 pouces ou 0,250 pieds, & son épaisseur 4 lig. ou 0,028 pi.

Le pied cube du fer a été trouvé de 529,77 livres, par une opération analogue à celle faite pour ſe procurer le poids du bois de ſapin.

Delà le poids de la garniture de cercles d'un mât dont le grand diamètre $= D$ ſera :

$$\tfrac{1}{3} L \times \tfrac{22}{7} \times \frac{D + \frac{2}{3} D}{2} \times 0{,}25 \times 0{,}028 \times 529{,}77 = 3{,}23748 \times L \times D.$$

Ainſi la longueur & le grand diamètre du mât étant donnés, le facteur du produit de ces deux dimenſions pour avoir le poids des cercles en liv. poids de marc, ſera 3,23748 (N 0,5102076), & ce poids ſera à ajouter à celui du mât.

3°. *Du Centre de gravité des Mâts.*

Quant à ce centre de gravité, conſidérons que nous avons:
Pour la ſolidité du cône total $\frac{11}{14} \times L D^2$.
Pgur celle du cône retranché $\frac{11}{14} \times \frac{8}{27} L D^2$.
Pour celle du tronc du cône $\frac{11}{14} \times \frac{19}{27} \times L D^2$.
Que la diſtance du centre de gravité à la grande baſe :
Pour le cône total en. . . . . $= \frac{3}{4} L$.
Pour le cône retranché $= \frac{1}{2} L + L = \frac{3}{2} L$.

Ainſi, appelant x cette diſtance pour le tronc du cône, on a cette équation des momens rapportés à la grande baſe :

$$\tfrac{11}{14} \times \tfrac{3}{4} L^2 D^2 = \tfrac{11}{14} \left(\tfrac{3}{2} \times \tfrac{8}{27} L^2 D^2 + x \times \tfrac{19}{27} L^2 D^2 \right).$$

Diviſant de part & d'autre par $\frac{11}{14} \times L D^2$, tranſpoſant & réduiſant les fractions au même dénominateur, on aura $x L = \frac{33}{76} L$; ainſi le centre de gravité du mât eſt à $\frac{33}{76} = (N - 0{,}3622997$ ou $N\ \bar{1}{,}6377003)$ de ſa longueur à l'égard de la grande baſe ou de ſon pied (environ $\frac{33}{77}$ ou $\frac{3}{7}$).

Pour le centre de gravité des mâts cerclés, les cercles étant diſtribués uniformément le long du mât, cette addition ne le fera pas changer ſenſiblement; il demeurera aux $\frac{33}{76}$ de ſon pied.

4°. *Exemple de calcul pour la détermination du poids du Mât cerclé & de ſon Centre de gravité.*

Prenons pour cet exemple le grand mât de la frégate, lequel a 84 pieds de longueur, & 2 pieds 2 pouces de diamètre ou 2,167.

Pour le Poids.

Logarithme 84..................	= 1,9242793
2,167..............	0,3358589
2,167..............	0,3358589
Logarithme du facteur conſtant pour avoir le poids du mât (pag. 277, lig. 20).	1,3237276
Poids du mât 8312,37 liv...........	3,9197237

Pour le Centre de gravité.

Logarithme 84....................	= 1,9242793
Logarithme du facteur conſtant pour avoir le centre de gravité (pag. 278, lig. 26).	— 0,3622997
Diſtance du centre de gravité au pied 36,4737.........................	= 1,5619796

Pour le Poids des Cercles.

Logarithme	84..................	= 1,9242793
	2,167................	0,3358589
	3,23748 facteur constant (page 278, ligne 10).	0,5102076
	Poids des cercles 589,313..	= 2,7703458
	Poids des mâts 8312,37	
	8901,683.	

I I.

Du Poids des Vergues.

Le petit diamètre des vergues étant estimé les deux tiers du grand, le facteur constant *N* 1,3237276 du carré du grand diamètre (p. 277, li. 20) multiplié par la longueur, pour avoir le poids du mât, servira aussi pour avoir celui de la vergue.

Le petit diamètre de la vergue est beaucoup moindre que les deux tiers du grand ; mais nous faisons abstraction des bout-dehors, de leurs cercles ; cela fait une assez juste compensation. On se procurera le poids des cercles des basses vergues au moyen de l'opération que nous avons prescrite pour les mâts.

I I I.

Du Centre de gravité de système de la Mâture, Gréement qui lui appartient, & de la Voilure.

Il faut faire un plan à petit point du vertical-longitudinal semblable à celui de la Planche VII, page 62, de ma traduction de Chapman, mais en y ajoutant les œuvres vives ; y placer exactement le trait de la carlingue pour avoir

avoir l'emplacement des pieds des bas mâts : celui d'artimon repose ordinairement sur le faux-pont; il n'en est pas de même ici : vous distribuez sur ce plan les mâts suivant le devis, mais en en traçant seulement les axes; faisant reposer les pieds des bas mâts sur leurs carlingues; faisant recouvrir les mâts supérieurs suivant le ton de ceux auxquels ils sont adaptés, & les mettant de l'avant au moins de la somme des demi-diamètres des deux mâts unis ensemble.

Pour cela faire, voici les proportions & la distribution des mâts de notre frégate.

Proportion de la Mâture de la Frégate.

	Longueurs.	Diamètres.	Tons.
	pi.	po.	pi.
Grand Mât	84	26	9 $\frac{1}{2}$
Misaine	78	25	9
Beaupré	50	25	0
Artimon. (Il va dans la cale)	61	16 $\frac{1}{2}$	7
Grand & petit Mât de Hune	52	15	5 $\frac{1}{2}$
Grand Perroquet	38	7 $\frac{1}{2}$	11 flèche.
Petit Perroquet	36	7 $\frac{1}{2}$	10 *idem.*
Perroquet de Fougue	52	10 $\frac{1}{2}$	6 *idem.*
Bâton de Pavillon	34	8	0
Bâton de Foc	38	10 $\frac{1}{2}$	0
Grande Vergue	78 $\frac{1}{2}$	17	7 bouts.
Vergue de Misaine	71 $\frac{1}{2}$	16	6
— d'Artimon	84	12 $\frac{1}{2}$	0
— de Civadière	51	11	6
— de Fausse-Civadière	35	6	3
— de grand Hunier	56	12 $\frac{1}{4}$	7.

	Longueurs.	Diamètres.	Bouts.
	pi.	po.	pi.
Vergue de petit Hunier........	54	11 ½	6 ½
— de grand Perroquet.........	36	6 ¼	4 ½
— de petit Perroquet	34	5 ¼	3 ½
— Sèche....................	50	10 ½	6
— de Perroquet de Fougue......	38	6 ½	5
— de Péruche au-dessus du Perroquet de Fougue...........	18	4	3
Grands bouts-dehors...........	34	7 ¼	
— de Misaine.............	32	7 ¾	
Tangon de Gaillard d'avant......	50	10	
Arc-boutans ferrés............	38	8	
Vergues à l'angloise pour Bonnettes de grandes Vergues........	26	6 ½	
— de Misaine................	24	6	

Distribution des Mâts majeurs considérés dans leurs axes.

Distance au plan passant par le faux 8 arrière..	du mât d'artimon.	24pi.	6po.	6l.
	du grand mât.....	57	5	0
	du mât de misaine.	116	0	0

Position du Beaupré.

Il porte sur l'étrave, à une distance d'une prolongée du dessous de la quille, prise à son intersection avec la rablure de ladite étrave, de................ 25 pi.

Il fait avec ladite quille un angle de 31 degrés.

Son pied est à une distance de l'axe du mât de misaine, de.............................. 2 pi.

Sur l'axe de chaque mât vous contre-marquez son centre de gravité.

C'eſt d'après un deſſin ou plan pareil, & le calcul de chaque mât, ſuivant le procédé que nous avons employé pour le grand, que l'on a dreſſé le Tableau IX, d'où réſulte la poſition du centre de gravité en queſtion.

Comme on ſuppoſe les voiles ſerrées, & qu'elles pèſent un tiers du poids des vergues, leur centre de gravité ſera confondu avec celui deſdites vergues. Cependant les voiles enverguées ne pèſent guère que le cinquième de leur vergue reſpective ; mais une partie des autres ſont ſerrées ſur les hunes, ſur les barres, en ſorte que leur centre de gravité demeure ſenſiblement dans celui des vergues.

Le rapport que l'on établit ici, du poids des voiles à celui des vergues, ſuppoſe qu'on en a fait le calcul : c'eſt auſſi un objet à vérifier. Pour cet effet on peut ſe ſervir des petites Tables en notes, pages 169 & 170 de notre Traduction du Traité de Conſtruction de Chapman ; on y trouve l'eſpèce de toile à employer pour chaque voile, par rang de bâtiment ; le poids du pied carré par eſpèce. On en aura les dimenſions ; ſavoir, les largeurs par l'envergure, & la bordure qui eſt pour les voiles hautes l'envergure de la vergue inférieure. Quant aux baſſes voiles, ce ſont à-peu-près des rectangles. Voilà pour les voiles en vergue. Quant aux focs & voiles d'étai, ils ſont preſque tous à-peu-près des triangles rectangles, dont chaque étai reſpectif eſt l'hypothénuſe, le côté inférieur la baſe. On aura les hauteurs des uns & des autres ; ſavoir, des voiles en vergue : pour les voiles hautes, par la diſtance entre les vergues ſuppoſées guindées juſqu'à une diſtance en deſſous du capelage

égale à la longueur du ton ou tenon du mât: pout les voiles basses, par la hauteur de la vergue au-dessus des platbords : enfin, des focs & voiles d'étai, au moyen du troisième côté du triangle ; la grande voile d'étai est trapézoïde ; il en faut faire un dessin au trait : il est bon de faire celui de toutes : on pourra pour cela consulter les Planches 141 à 146 de notre Encyclopédie, particulièrement la dernière.

Séparant les manœuvres du bâtiment en deux parties, savoir : 1°. le gréement servant actuellement aux mâts, vergues & voiles ; 2°. les câbles, grelins, manœuvres de rechange, on a trouvé convenable de faire entrer la première partie dans le système de la mâture ; on peut prendre les poids des unes & des autres dans le second tome du Traité du Gréement de M. *Lescalier*; si on veut le vérifier, on trouvera tout ce qu'il faut pour cela faire, dans notre Traduction de Chapman, en note, page 164 & suivantes; sur le dessin de mâture on se procureta facilement les longueurs de manœuvres.

Nous nous sommes servi pour notre frégate, de la Table de M. *Lescalier*, page 28 & suivantes : d'après cette Table nous avons dressé le Tableau particulier X, où nous avons fait la répartition du gréement de la mâture par mâts, ce qui sera utile pour se procurer la position du centre de gravité à un plan vertical-latitudinal ; alors on ajoute le poids de chaque portion de gréement à son mât respectif.

Notre objet actuel étant d'en avoir seulement la hauteur, comme on ne peut pas songer à faire le moment de chaque manœuvre, nous nous sommes livrés à diffé-

rentes considérations qui nous ont conduit à le confondre avec celui de la mâture. En effet,

1°. Les manœuvres sont proportionnées aux mâts & vergues.

2°. Si elles sont plutôt cylindriques que coniques, les haubans, galhaubans, étais, se replient à leurs extrémités inférieures sur une partie de la longueur; les haubans de hunes sont arrêtés sur des lattes en fer.

3°. Quant à la considération du centre de gravité du grand mât, dont la distance se rapporte à son pied, tandis que les haubans n'aboutissent qu'un peu au-dessous des plat-bords, on trouve compensation & au-delà, en y comprenant les chaînes de haubans, & ce surcroît de compensation peut aller pour ce qui y manque dans les hauts.

On a trouvé que ces chaînes de haubans pesoient environ les $\frac{1}{7}$ du poids des bas mâts sans les cercles, d'après le calcul ci-après pour le grand :

Ces chaînes, pour notre frégate, ont environ 8 pieds : avec le double 16 pieds; mettons 20 pieds, à cause de la garniture du cap-mouton & la bride ; il y en a 9 par bord, ou 18 en tout; 18 x 20 pi. = 360 pi. : elles ont 6 po. de tour; ce qui produit (en employant toujours pour poids du pied cube du fer 529,77 l.) 3795,05 l. : à-peu-près les $\frac{1}{7}$ du poids du grand mât : on emploie donc ce rapport.

Quand il sera question de rechercher le centre de gravité par rapport à un plan vertical-latitudinal, on pourra supposer celui des manœuvres, vergues & voiles, comme celui des mâts dans l'axe respectif de leurs mâts : les vergues, & encore plus les voiles, sont de l'avant ;

mais le grément portant plus de l'arrière, il y a au moins compenſation. On conſidère les mâts comme à-plomb, quoiqu'on donne ordinairement au mât d'artimon, & quelquefois au grand mât, un peu d'inclinaiſon vers l'arrière. Comme cet uſage eſt fort ſyſtématique, on n'y a pas égard.

Les baſſes vergues ſont cenſées en deſſous de la hune, d'une quantité égale à la longueur du ton ; les autres vergues ſont cenſées amenées ſur le ton.

Au poids de chaque vergue vous ajoutez celui de la voile que l'on regarde comme ferrée : on a dit qu'elle peſoit le tiers de la vergue ; ou bien vous vous procurez le poids & le moment des voiles en prenant le tiers de la ſomme du poids & du moment des vergues, comme on a fait Tableau IX.

Au moyen de quoi vous avez une ſomme des momens des mâts, grément qui leur appartient particulièrement, chaînes de haubans, vergues & voiles, & la ſomme de leur poids, qui ſerviront à déterminer le centre de gravité de ſyſtème : c'eſt le réſultat du Tableau IX, 41,469 tonneaux × 53,8501 = 2233,11.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Hunes, Barres & Acceſſoires.

UNE hune eſt une plate-forme en ſapin, à tête de mât, établie ſur des barres de chêne, & liée par des taquets & une guérite auſſi en chêne.

Sa largeur eſt à-peu-près la demi-largeur du Bâtiment ; ſa longueur eſt un peu moindre ; aujourd'hui on la diminue même de manière qu'elle n'eſt à ſa largeur que dans le rapport de 11 à 16 ; cependant nous la conſidérons comme carrée, & nous n'avons pas d'égard à l'arrondiſſement de ſes angles pour compenſer le poids des chandeliers, liſſes, baſtingages, pierriers, dont nous ferons abſtraction.

Nous avons trouvé que pour avoir ſon poids, il falloit multiplier la ſurface par $\frac{1}{10}$ de ſon côté, & le produit par 80. Pour nous procurer ce réſultat, nous nous ſommes attachés à la grande hune de notre frégate. Si l'on veut nous ſuivre & nous vérifier, il faut avoir ſous les yeux les mots *Mâts*, *Hunes*, *Barres*, & le Traité de Mâture de M. *Forfait* ; la hune porte ſur deux traverſins, ayant enſemble pour largeur $\frac{1}{14}$ de celle de la hune, & chacun autant de hauteur ; les ſuppoſant reſciées en feuilles de manière à garnir en plein la hune, l'épaiſſeur de chaque feuille ne ſera que $\frac{1}{14 \times 14}$ de la largeur de la hune de 16 pi. ; $\frac{1}{14^2} \times 16$ pi. $=$ 11 lig. ; les traverſins ont les mêmes dimenſions, mais il y en a au moins trois ; l'épaiſſeur réduite en ſera donc 16 à 17 lig. : enſemble 2 po. 4 li.

La hune a 18 li. d'épaiſſeur, qu'il faut d'abord réduire à 9 li, pour la comprendre dans le calcul du chêne, que nous eſtimons à 80 liv. le pied cube à cauſe du fer : on y ajoute les taquets ; ils ſont en chêne ; il y en a 24, c'eſt-à-dire à-peu-près 6 de l'avant & 6 de l'arrière, 6 à tribord & 6 à babord ; ils ont 27 li. ſur le droit ; auſſi la quantité de feuilles pour que ceux, par exemple, de l'avant à l'arrière

garniſſent en plein, ſera $= \frac{16 \text{ pi.}}{6 \times 27 \text{ li.}}$ laquelle quantité eſt le diviſeur de la hauteur moyenne 4 po. des taquets : en doublant le quotient on aura le multiplicateur de la ſurface de la hune, qui donnera pour produit la ſolidité des taquets. Ce multiplicateur eſt donc de $2 \times \frac{6 \times 27 \text{ lig.} \times 4 \text{ po.}}{16 \text{ pi.}} = 0{,}0468$ ou 6 li. $\frac{1}{2}$; avec les neuf lignes de la hune on aura 15 lig. $\frac{1}{2}$. Mais il y a à ſouſtraire pour le trou du chat $= \overline{5{,}5}^2$, ſi l'on veut $6^2 = 36$ de la ſurface de la hune $16 \times 16 = 256$: environ $\frac{1}{7}$ de cette ſurface; il reviendra au même de ſouſtraire ce ſeptième du multiplicateur, c'eſt-à-dire qu'on aura pour multiplicateur $15\frac{1}{2} - \frac{1}{7} \times 15\frac{1}{2} = 13\frac{1}{4}$.

Reſte la guérite; elle garnit trois côtés, chacun de 16 pi. de longueur environ; elle a 7 po. de largeur; c'eſt comme ſi elle ne garniſſoit qu'une longueur avec 21 po. de largeur : donc $\frac{16 \text{ pi.}}{21 \text{ po.}}$ ſera le diviſeur de l'épaiſſeur 2 po. de ladite guérite, & on aura $\frac{21 \text{ po.} \times 2 \text{ po.}}{16 \text{ pi.}} = 0{,}028$ pi. ou 4 lig.

Récapitulation.

Barres.........	2 po.	4 li.	3 po. 9 lig. $\frac{1}{4}$ = 0,315 pi.
Hunes & taquets.	1	1 $\frac{1}{4}$	
Guérite........	0	4	

= Le facteur de la ſurface de la hune 16 pi. pour avoir ſa ſolidité.

$\frac{1}{10}$ du côté auroit donné 0,32 au lieu de 0,315 : différence peu ſenſible dans un pareil calcul: 0,315 pi. × 16 pi.^{2} × 80 =

80 = 6451,2 liv. ou 3,2256 tonneaux ou 3 tonneaux $\frac{1}{4}$ pour le poids de la grande hune.

La hune du mât de misaine en diffère peu, les mâts de hunes étant égaux : mettons 3 tonneaux.

La hune du mât d'artimon est les deux tiers des hunes des mâts majeurs (*Voyez* toujours notre Encyclopédie) : portons-la à deux tonneaux.

On y voit que les traversins des croisettes de perroquet ont de longueur les $\frac{5}{12}$ de ceux des bas mâts; d'où on conclut que la solidité de cet assemblage des barres doit avoir de rapport avec celui des mâts majeurs $(\frac{5}{12})^3$; il faut observer qu'il n'y a pas de plate-forme sur ces croisettes ; ainsi la proportion doit être :

$$12^3 : 5^3 :: \frac{80}{2000} \times 16^2 \text{ pi.} \times 2 \text{ po. } 4 \text{ lig.} : \frac{80}{2000} \times \frac{5^3 \times 16^2 \text{ pi.} \times 2 \text{ po. } 4 \text{ lig.}}{12^3}$$

= 0,1459 tonneaux pour chacun des perroquets.

Le facteur 2 po. 4 lig. (page 288, ligne 19), pour l'épaisseur seule des barres, est à l'épaisseur totale de la hune, comme 2 po. 4 lig. ou 0,195 pi. à 0,315 pi $= \frac{28}{45}$; ainsi généralement, faisant le côté de la hune $= C$, l'expression du 3e. terme sera :

$$\frac{80}{2000} \times C^2 \times \frac{28}{45} \times \frac{1}{50} \times C = \frac{224}{450000} \times C^3;$$

$$\text{\& le } 4^e. \text{ terme} = \frac{5^3}{12^3} \times \frac{224}{450000} \times C^3 =$$

$$0{,}000034593 \times C^3 = C^3 \times N\ \bar{5}{,}5389960.$$

Les hunes & barres sont placées au-dessus du centre de gravité de leur mât respectif des $\frac{43}{76}$ (*Voyez* pag. 278, lig. 25), ou $\frac{4}{7}$ pour $\frac{44}{77}$ de la longueur du mât, moins le ton, comme on le voit dans la Table ci-après.

DÉTERMINATION de la distance du Centre de gravité des Hunes & Barres, par rapport au plan horizontal passant par le dessous de la Quille, avec leurs Poids & Momens.

Désignation des Hunes & Barres.	Longueur des Mâts.	$\frac{4}{7}$	Ton.	Restant.	Hauteur du centre de gravité des Mâts. Tab. IX.	Hauteur du centre de gravité des Hunes ou Barres.	Poids en tonneaux.	Momens.
Grand Mât..........	84	48	$9\frac{1}{2}$	$38\frac{1}{2}$	38,167	76,667	3,2256	247,297
Mât de Misaine......	78	$44\frac{4}{7}$	9	$35\frac{4}{7}$	37,5	73,071	3,0000	219,213
Mât d'Artimon......	61	$34\frac{6}{7}$	7	$27\frac{6}{7}$	30,567	58,424	2,0000	116,848
Grand Mât de Hune..	52	$29\frac{5}{7}$	$5\frac{1}{2}$	$24\frac{3}{14}$	99,33	123,544	0,1459	18,02506
Petit Mât de Hune...	52	$29\frac{5}{7}$	$5\frac{1}{2}$	$24\frac{3}{14}$	97,5	121,714	0,1459	17,75807
							8,5174	= 619,14113

$$\frac{\text{Somme des Momens.}\ 619{,}14113}{\text{Somme des poids...}\ 8{,}5174} = 72{,}69135 \text{ pieds, ou } 23{,}613 \text{ mètres.}$$

Lorsqu'on aura besoin de la détermination du centre de gravité par rapport à un plan vertical-latitudinal, il faudra estimer celui de la hune & des barres sur l'arrière de l'axe du mât majeur de son diamètre : il ne seroit guère qu'à la moitié de ce diamètre, sans la considération des lisses, des bastingages, des pierriers qui portent entièrement de l'arrière; ainsi que de l'arrondissement de la partie antérieure de cet assemblage.

CHAPITRE SIXIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Câbles, Manœuvres de rechange, de Combats, &c.

On trouve dans le Tableau X, que ce poids pour notre frégate est 67939 liv., ou d'environ 34 tonneaux.

On en a déterminé le centre de gravité au milieu de la ligne du faux-pont, parce qu'on ſuppoſe les câbles en grande partie étalingués; on peut l'eſtimer d'ailleurs dans le plan du premier couple-avant.

CHAPITRE SEPTIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité du Doublage en cuivre.

Le doublage en cuivre peut peſer $\frac{1}{100}$ du port du bâtiment (*Voyez* le mot *Doublage*); notre frégate étant un bâtiment de 700 tonneaux, cela donneroit 7 tonneaux.

Conſidérant la carène comme un ellipſoïde, ſon centre de gravité doit être à la moitié de ſa hauteur ou du tirant d'eau moyen. On peut le ſuppoſer d'ailleurs dans le plan du maître-avant.

CHAPITRE HUITIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Ancres.

Les ancres de cette frégate doivent peſer au moins 5 tonneaux. (Voyez le mot *Ancre*). Leur centre de gravité doit ſe trouver dans la rabattue du gaillard d'avant, au milieu de ſa longueur.

CHAPITRE NEUVIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité des Chaloupes & Canots.

Il eſt facile, dans les ports, de ſe procurer le poids des embarcations dont on a les plans, en en relevant les tirans d'eau lège, & en en calculant le déplacement à ces tirans d'eau. Mais ſi ces moyens manquent, on

peut rechercher une approximation suffisante, en s'aidant des renseignemens & observations qui suivent.

Les embarcations ont communément pour largeur le quart de la longueur; pour creux, un peu moins de la demie-largeur : une chaloupe, pour une frégate telle que la nôtre, a pour :

	pi.	po.	li.		
Longueur	31	3	0	Pour arrondir	32 pi.
Largeur	8	4	6	les nombres,	8
Creux	3	6	0	supposons	4

Considérons la surface de la carène prolongée jusqu'au plat-bord, comme celle d'un demi-ellipsoïde dont le grand axe seroit au petit dans le rapport de 4 à 1; & pour généraliser, faisons la largeur $= 1$, on aura cette surface $= \frac{11}{7} \times 4 = \frac{44}{7}$. Recherchons maintenant l'épaisseur de la charpente.

La membrure de notre chaloupe a deux pouces sur le droit ; il y a 20 pouces de distance entre les couples de levée; il y a un couple de remplissage; il faut donc diviser l'épaisseur de la membrure sur le tour de 2 pouces $\frac{1}{2}$, par 5, pour la supposer répartie contiguëment ; & elle formeroit ainsi un plein bois de 6 lignes d'épaisseur. Le bordage peut avoir 1 po., le vaigre 9 lig. ces trois quantités font 2 pouces $\frac{1}{4}$, dont le rapport à la largeur $\frac{8^{\text{pi.}}}{2^{\text{po.}}\,\frac{1}{4}} = 43$; en continuant à généraliser pour la largeur $= 1$, on aura de solidité $\frac{44}{7} \times \frac{1}{43} = \frac{44}{301}$ ou $\frac{44}{300} = \frac{11}{75}$; & pour notre chaloupe, estimant la pesanteur spécifique de la charpente $= 80^{\text{liv.}}$, la solidité sera $= 8^3 \times \frac{11}{75} \times 80 = 6007$ liv, ou 6000 livres $= 3$ tonneaux.

On n'eſt pas entré en conſidération de la diminution de la membrure ſur le tour, qui n'eſt au plat-bord que d'un pouce $\frac{1}{2}$, non plus que des bordages & vaigres, parce qu'on a négligé les genoux.

On a pris pour peſanteur ſpécifique du pied cube de charpente 80 liv. auſſi par cette raiſon, & pour faire compenſation à l'abſtraction des fers, quille, étambot, étrave, carlingue, bancs, emménagemens.

Le grand canot a près de 7 pieds de largeur, le petit près de 6; on peut déterminer le poids de ces embarcations par ce rapport avec la chaloupe :

$$8^3 = 512 : 7^3 = 343 : 6^3 = 216 :: 3^{tx.} : 2^{tx.} : 1{,}2^{tx.}$$

Le poids de ces canots pourra paroître un peu fort, parce que leur conſtruction doit être plus légère que celle des chaloupes; mais communément ils ont un peu plus de longueur relative que leur chaloupe; & il eſt rare que les bâtimens ſe bornent aux canots du règlement : il y a au moins de plus le canot de ſauvetage; ce qui nous porte à paſſer le poids des embarcations à 6 tonneaux.

Il eſt bon de remarquer en paſſant, que ſi les canots étoient aſſez diminués d'échantillon pour qu'on pût, au lieu du rapport $\frac{11}{77}$, employer celui $\frac{11}{77}$, & qu'on eût aſſez économiſé ſur les emménagemens pour qu'il fût poſſible d'eſtimer le poids de la charpente ſeulement à 70 liv. du pied cube, alors le rapport du cube de la largeur pour avoir la ſolidité, au lieu d'être $\frac{11}{77} \times 80$, ſeroit $\frac{11}{77} \times 70 = 10$; & notre grand canot de 7 pi. de largeur peſeroit 3430 liv. ou $1{,}715^{tx.}$; le petit de 6 pi. 2160 liv. ou $1{,}080^{tx.}$. En général, en multipliant

le cube de la largeur des canots légers par 10, on aura à peu près leur poids; le facteur pour les chaloupes peut-être 12, pour les grands canots 11.

Quant au centre de gravité de nos trois embarcations, on l'estime dans la ligne des sommiers de la batterie sur l'avant du grand mât, des deux tiers de la distance entre les deux gaillards.

CHAPITRE DIXIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité de l'Equipage.

On estime l'équipage de la frégate peser 36 tonneaux; c'est plus de 300 liv. par homme: c'est beaucoup. Il ne faudroit peut-être compter que 250 livres par chaque homme avec son bagage. Mais alors il faudroit prendre un grand soin pour qu'il ne s'embarquât rien d'extraordinaire: l'état-major pèse!

Le centre de gravité dudit équipage est naturellement dans la ligne du pont sous lequel reposent les gens qui ne sont pas de quart. On peut l'estimer à la moitié de la longueur du bâtiment.

CHAPITRE ONZIÈME.

Du Poids & du Centre de gravité de Bastingage.

Le poids du bastingage doit aller au moins à 15 tonneaux.

On en peut considérer le centre de gravité à la hauteur de la naissance de la partie supérieure de la rabattue de l'arrière, parce qu'aux passavans il descend jusque sur le plat-bord; & d'ailleurs dans le plan du deux-avant.

CHAPITRE DOUZIÈME.

Du Centre de gravité du Bois d'Arrimage.

Ce centre de gravité doit se trouver naturellement dans celui de la charge.

CHAPITRE TREIZIÈME.

Résultat des Calculs des poids, centre de gravité, & momens, par rapport au dessous de la quille, & Conclusion pour l'expression de la stabilité.

			DISTANCES. EN MÈTRES.	MOMENS.
Coque	Carcasse	424,3122	3,91013	1659,133
	Faux-pont	48	4,797	230,256
	Pont	59	6,511	384,149
	Gaillards	31	8,446	261,826
Lest	De fer	69	1,302	89,838
	De pierre	41	1,584	64,944
Charge		200	2,655	531,000
Batterie	De 12	51,506	7,269	374,297
	De 6	15,141	9,061	137,1923
Mâture, Voilure, Gréement		41,469	17,493	725,4173
Hunes & Barres		8,5174	23,613	201,1213
Câbles		34	4,872	165,648
Doublage en cuivre		7	2,436	17,052
Ancres		5	9,096	45,480
Chaloupes & Canots		6	7,472	44,832
Equipage & Etat-Major		36	6,172	222,192
Bastingage		15	8,933	133,995
Bois d'Arrimage		20	2,655	53,100
		1111,9456		5341,4729

$\frac{5341,4729}{1111,9456} = 4,80593$ mètres $=$ 14 pi. 9 po. 6 li. $=$ 14,792 pi. (*e*).

Le résultat des calculs précédens nous apprend donc que la distance du centre de gravité de système de la frégate armée, suivant ce qui a été déterminé, à un plan horizontal passant par le dessous de la quille, est de 4,80593 mètres, ou 4,805 mètres = 14 pi. 9 po. 6 li. = 14,792 pi. Mais c'est pour un poids qui se trouve seulement de 1111,9456 ou 1112 tonneaux. Si, pour se procurer ce tirant d'eau à ce déplacement, la hauteur de son centre de gravité, la distance de ce centre de gravité au métacentre, on veut se servir des calculs précédemment faits, lorsque le plan a été proposé, ces calculs supposant 6 pi. de hauteur de batterie, ce qui donne un déplacement un peu plus fort, on opérera comme nous allons le prescrire.

Le calcul fait dans le temps que la frégate a été projetée, a donné pour son déplacement, suivant le Tabl. XI, 1145 tonneaux; l'échelle du plan sur lequel il a été établi, étoit petite; les tranches, comme on le voit, ont été peu multipliées. L'addition pour l'épaisseur de bordage a été faite au courant des ordonnées des lignes d'eau, au lieu d'être déterminée suivant la normale, d'où il résulte une inexactitude plus sensible qu'on ne pourroit le croire, & qu'il faut éviter, maintenant que nos opérations ont un but sérieux. Nous en reparlerons dans les sections suivantes, concernant des recherches délicates qui exigent une grande précision. En attendant, comme il n'est ici question que de principes & de méthodes, nous prendrons pour base les anciens calculs, tels qu'ils se faisoient alors.

La frégate déplace donc 1145 tonneaux à 6 pieds de batterie;

batterie ; suivant l'armement que nous lui donnons, elle déplace 1145 — 1,112 = 33 tonneaux de moins. Entre ces deux déplacemens il y a une petite tranche dont il faut d'abord se procurer la hauteur ; elle est comprise entre deux plans de flottaison qui ne peuvent différer sensiblement de surface, vu la proximité. Employons celui à 6 pieds de batterie, dont la somme des ordonnées (Tabl. XI) est 244 pieds 2 pouces 3 lig., ou 244 pieds, & par conséquent cette surface de 244 pi. $\times 8 \frac{1}{8} \times 2 = 3965$: un prisme d'un pied de hauteur qui l'auroit pour base, auroit 3965 pieds cubes de solidité, ou $\frac{3965}{28} = 141,6$ tonneaux.

Or, faisant cette proportion :

$$141,6^{\text{tx.}} : 12 \text{ po.} :: 33 : \frac{33 \times 12}{141,6} = 2,8 \text{ po.}$$

2,8 pouces ou 2 po. 9 lig. 7 points est cette hauteur de tranche de 33 tonneaux, ou $33 \times 28 = 924$ pi. cubes de déplacement.

La distance du centre de gravité de la principale partie du déplacement a 6 pieds de batterie à sa flottaison supérieure, aussi à 6 pieds de batterie est (Tabl. XII) de 4,745 pi., & la principale partie est (Tabl. XI) de 31534,86, ou 31535 pieds cubes.

La distance du centre de gravité du petit fond au 5e. Plan de flottaison, est de [illegible] × 1 pi. 10 po., la hauteur étant de 1 pied 10 po. (toujours Tabl. XI), & sa figure paraboloïde. La solidité est de 532. 8. 10. ou 533 pieds cubes.

Cette distance rapportée au plan de flottaison supérieure, est de 12 pieds de plus, c'est-à-dire $12 + \frac{1}{3}$ (1 pi. 10 po.) = 12,611 pieds.

La diſtance du centre de gravité de la petite tranche de 924 pieds cubes de différence entre les deux déplacemens, à la flottaiſon ſupérieure, peut être eſtimée de la moitié foible de ſa hauteur, c'eſt-à-dire, de $\frac{1}{2} \times \frac{2,8}{12} = \frac{1,4}{12} = 0,11$ pi. (foible, parce que le plan ſupérieur a réellement plus de ſurface).

Le déplacement actuel eſt de $1112^{\text{q.}} \times 28 = 31136$ pi.

On aura donc cette équation :

$31535 \times 4,754 + 533 \times 12,611 = 924 \times 0,11 + 31136 + x$; d'où $x = \frac{31535 \times 4,745 \times 533 \times 12,611 - 924 \times 0,11}{31136} = 5,0186$

Ainſi la diſtance du centre de gravité de déplacement pour notre armement à la flottaiſon, à 6 pieds de batterie, eſt de 5,0186, & rapportée au deſſous de la quille, le tirant d'eau moyen étant de 14 pi. 9 po. 3 lig., ou 14,771 pieds, cette diſtance ſera de

$$14,771 - 5,0187 = 9,7524.$$

Il ne s'agit plus maintenant que de déterminer la diſtance de ce centre de gravité au métacentre ; & pour cela, comme il faut employer la troiſième puiſſance des ordonnées, il ſeroit trop inexact de s'en tenir à celles du plan de flottaiſon à ſix pieds de batterie ; il faut tracer une flottaiſon à 2,8 pouces ou 2 po. 9 li. 7 points en-deſſous, notre hauteur de batterie étant de 6 pieds 2 po. 9 li. 7 points. Le relevé de ces ordonnées & le calcul du métacentre dont elles ſont les élémens, ſe trouvent dans le Tabl. XII, où l'on voit que la diſtance cherchée eſt de 11,076 pieds.

La distance du métacentre au dessous de la quille, sera donc de 11,076 + 9,7524 = ...20,8284.

Distance d'après le résultat des calculs (Objet de cette section) du centre de gravité de système au dessous de la quille. .... 14,799.

Distance du métacentre au centre de gravité de système. 6,0294

ou 6 pieds 4 li. $\frac{1}{2}$, ou 1,959 mètres.

Donc, expression de la stabilité, 1111,9456 × 1,959 = 2178,303, ou 1112 × 1,959 = 2178,4.

CHAPITRE QUATORZIÈME.

Usage de l'Expression de la Stabilité.

Ayant l'expression de la stabilité dans une certaine circonstance d'armement, cette stabilité étant reconnue celle convenable, il faut amener le bâtiment à cette même stabilité dans les autres circonstances; ce qui est facile: nous n'en donnerons qu'un exemple.

Notre frégate commence à se délier, son artillerie la fatigue; on se détermine à l'armer en flûte pour porter des vivres.

Il y aura à déduire de son poids de...... 1112 ton.

1°. Lest de fer....	69
2°. Lest de pierre.............	41
3°. Batterie de 12.............	52
4°. Batterie de 6............	15
5°. Sur les 34 tonneaux de câbles, rechanges, manœuvres de combats......................	14
	191

De l'autre part..... 191 1112 ton.

6°. Sur le poids de l'équipage de 36 tonneaux 26

7°. Bastingage 15

8°. Bois d'arrimage.......... 20

9°. Vivres (ce sera la charge).. 200

452

660 ton.

Lesquels 660 tonneaux appartenant au bâtiment, seront répartis & donneront les momens d'après le résultat en tête du précédent chapitre, comme il suit:

OBJETS.		POIDS.	DISTANCES.	MOMENS.
Carcasse..	Carcasse....	424,3122	3,91013	1659,133
	Faux-pont...	48	4,797	230,256
	Pont.......	59	6,511	384,149
	Gaillards...	31	8,446	261,826
Mâture, Voilure, Gréement.		41,469	17,493	725,4173
Hune & barres.........		8,5174	23,613	201,1213
Câbles, rechanges......		20	4,872	97,44
Doublage en cuivre......		7	2,436	17,052
Ancres................		5	9,096	45,480
Chaloupes & Canots.....		6	7,472	44,832
Equipages............		10	6,172	61,72
		660,2986		3728,4266

Il faudroit maintenant rechercher le centre de gravité des 452 tonneaux ou 452 × 51 = 2,3052 pi. cubes d'arrimage, qui iront tous en charge; mais la frégate armée en flûte peut caler un pied de plus, c'est-à-dire être réduite à une batterie de 5 pi. 2 po. 9 li. 7 points, au lieu de 6 pi. 2 po. 9 li. 7 points, (*pag.* 298, *lig.* 24).

Nous avons vu (*pag.* 288, *lig.*, 1) que ce pied donne 141,6 tonneaux ou 142 ton. de déplacement (*a*), ce qui fera 142 × 51 = 7242 pi. d'arrimage. 7242 + 23053 (ci-dessus) = 30294 : actuellement capacité d'arrimage.

On peut considérer cette capacité comme divisée en deux parties : d'abord celle de la capacité 22007 pi. cubes (Tableau VII) ; ensuite celle de la capacité 30294 — 22007 = 8287, formant une tranche supérieure à celles de ce Tableau VII. On doit rapporter le centre de gravité de ces deux parties au plan supérieur de capacité (*b*) projetée à 11 pieds de la paraclose.

On a, dans ledit Tableau VII, toutes les données pour faire la recherche du centre de gravité de la première partie, sous-divisées elles-mêmes en quatre autres parties : la principale, celle du petit fond, la petite partie de l'avant, celle de l'arrière. 1°. Pour la principale partie, on porte dans le Tableau XIII un relevé de la somme des ordonnées fait sur le Tableau VII, en y intercalant des sections intermédiaires pour amener toutes les tranches à un pied de hauteur ; on calcule d'après la méthode ordinaire (Mec., n°. 297), & on a de distance au plan supérieur, pour cette partie de 21573 pi. cubes, 3,9737 pi. ; 2°. pour le petit fond de 79 pieds cubes & d'un pied de hauteur, étant considéré comme conique, la distance de son centre de gravité au 5e. plan sera de

(*a*) Cette négligence, dans quelques dixièmes de tonneaux, se fera appercevoir dans le résultat, & cependant ne l'altérera pas d'une manière trop sensible.

(*b*) Nous appelons Plans ou Sections de capacité, les Plans horizontaux projetés pour avoir la capacité, comme les Plans de flottaison ou Sections d'eau le font pour avoir le déplacement.

0,25 pieds, & au plan supérieur de 10,25 pieds; 3°. quant à la petite partie de l'avant de 248 pieds cubes, aussi conique, ayant sa base dans le plan supérieur, & une hauteur de 8 pi., la distance sera de 2 pieds; & 4°. la petite partie arrière de 108 pieds cubes de même figure, de 6 pieds de hauteur, aura pour distance 1,5 pieds.

Pour avoir la distance du centre de gravité de la seconde partie de 8287 pi. cubes au plan de capacité supérieur, il faudra se procurer la hauteur de cette tranche au moyen de la surface de ce plan $= 198 \times 8\frac{1}{4} \times 2 = 3217,5$. Ainsi on a pour cette hauteur $\frac{8287}{3217,5} = 2,5756$, dont la moitié (forte) $= 1,3$: ce sera la distance cherchée qui doit être employée négativement.

On aura donc :

$$\frac{21573 \times 3,9737 + 79 \times 10,25 + 248 \times 2 + 108 \times 1,5 - 8287 \times 1,3}{30294} = 2,5239\ (a).$$

Comme le plan supérieur de capacité est de 11 po., ou 0,298 pi. plus bas que la flottaison à 6 pi. de batterie, la distance à cette flottaison sera de $2,5239 + 0,298 = 2,8219$, ou 2,822; & le tirant d'eau moyen étant de 14 pi. 9 po. 3 li., ou 14,771 pi., la distance au-dessous de la quille, sera de $14,711 - 2822 = 11\ 949$ pi., ou 11 pi. 11 po. 4 li. $\frac{1}{2}$ = 3,871 mètres pour 30294 pi. cubes d'arrimage, ou $\frac{30294}{51} = 594$ tonneaux de déplacement.

(a) La somme des masses ou poids du dividende n'est pas exactement égale au diviseur, comme cela devroit être; c'est la suite d'une petite négligence dont nous avons fait plus haut observation en note, mais qui, comme nous l'avons dit, n'altère pas sensiblement le résultat.

Ajoutons-les, ainſi que leur moment, au poids propre & au moment du bâtiment (*pag.* 300, *lig.* 24), & on aura :

POIDS.		MOMENS.
660,2986		3728,4266
594	× 3,871 =	2299,374
1254,2986		6027,8006.

Diſtance du centre de gravité de ſyſtême de la frégate armée en flûte au deſſous de la quille $\frac{6027}{1254}$ = 4,8 mètres = 14 pi. 9 po. 3 li. = 14,771 (*a*).

Si l'on vouloit éviter l'inexactitude de conclure les hauteurs cherchées de tranches, ſoit de déplacement, ſoit de capacité, des plans ſupérieurs que l'on a projetés pour les échelles de déplacement & de capacité, on pourroit augmenter le nombre de ces tranches projetées en leur conſervant la même hauteur, & prolonger par-là la courbe d'interpolation, où l'on trouveroit la hauteur du véritable plan horizontal ſupérieur, & par conſéquent la hauteur de la tranche au vrai. Cette inexactitude peut être d'une quantité ſenſible quand la tranche a une hauteur un peu conſidérable, comme celle de la tranche excédante de capacité de 8287 pi. cubes, qui donne plus de 2 pi. $\frac{1}{2}$; cependant, pour n'être pas minutieux, nous nous y tenons.

Ainſi la frégate armée en flûte, avec un pied de plus de calaiſon qu'en guerre, ſuivant l'armement déterminé, c'eſt-à-dire avec ſeulement 5 pi. 2 po. 9 li. de batterie, déplace 1253 à 1254 tonneaux (35101 pi. cubes),

(*a*) Une ſingularité, c'eſt que cette diſtance ſe trouve fortuitement égale au tirant d'eau moyen à 6 pi. de batterie.

& a son centre de gravité de système à 4,8 mètres de hauteur à partir du dessous de la quille, ou 14 pieds 9 pouces 3 li., ou 14,771 pi.

Il faut, dans ce nouvel état, en rechercher la position du métacentre & du centre de gravité de déplacement.

On peut partir en partie des anciennes opérations où ces points ont été déterminés par une flottaison à 6 pi. de batterie, donnant 1145 tonneaux; mais d'abord il faut calculer le métacentre pour une flottaison à 6 pi. — 5 pi. 2 po. 9 li. = 9 po 3 li. au-dessus de celle à 6 pi. C'est ce qui est exécuté dans le Tableau XIV, où le métacentre se trouve à 10,391 pi. du centre de gravité du nouveau déplacement de 1254 tonneaux, ou 35101 pi. cubes.

Le centre de gravité des 1145 tonneaux est, Tabl. XI & XII (page 297), $= \frac{31535 \times 4{,}745 + 533 \times 12{,}611}{32068.}$

Nous avons ici, de plus, une tranche 35101 (ci-dessus.) — 32068 = 3033 pieds cubes, dont la distance à la flottaison de 6 pi. de batterie

$= \frac{1}{2} \times$ (9 po. 3 li.) = (fort) 4 po. 8 li. = 0,389 pi.

Ainsi la distance actuelle, rapportée toujours à la flottaison à 6 pieds de batterie, sera :

$$\frac{31533 \times 4{,}745 + 533 \times 12{,}611 - 3033 \times 0{,}389}{35101} = 4{,}42181 \text{ pi.}$$

Distance du centre de gravité de déplacement au dessous de la quille........ 10,34919

Le tirant d'eau moyen étant de..... 14,77100

Ce

Ce tirant d'eau moyen à 6 pieds de batterie, se compose de 14 po., (hauteur de quille) — 2 po. 9 lig., (rablure ou épaisseur de bordage) + (Tableau XI) 3 pieds, (hauteur de tranche) × 4 (nombre de tranches) + 1 pied 10 po. (hauteur du petit fond) = 14 pi. 9 po. 3 lig. = 14,711 pieds.

Distance du centre de gravité de déplacement au dessous de la quille ci-contre........	10,34919
Idem, au métacentre (page 304, lig. 13)...............	10,391
Distance du métacentre au-dessous de la quille, ci......	20,74019
Distance du centre de gravité de système au-dessous de la quille (page 303, lig. 9)...	14,711
	6,02919

ou 6 pi. 4 li., ou 1,958 mètres.

1253 (page 303, lig. 27) × 1,958 = 2453,374.

On voit que la frégate armée en flûte a 2453,374 de moment de stabilité, tandis qu'armée en guerre, elle n'en a que 2178,4 (Pag. 84, lig. 20); elle est bien de même cependant, parce qu'on met toujours, dans ces cas, quelques canons pour signaux : c'est ce qu'on peut projeter & soumettre au calcul. Une vérité constante, c'est qu'il faut se garder d'y mettre du lest.

On ne répondroit pas qu'une autre figure de carène n'en exigeât; c'est au calcul à en décider, ainsi que pour un vaisseau également destiné à être armé en flûte; ainsi que pour un vaisseau que l'on veut raser. Dans ces

cas & tous les autres, qui concernent la ſtabilité, l'ingénieur doit preſcrire ce qu'il y a à faire, d'après meſures & calculs & non à vue de pays, & conjecturalement.

Si la ſtabilité ſe trouvoit conſidérablement trop grande, ſoit par la nature de la charge, ſoit par la configuration de la carène, on exhaufferoit le centre de gravité de cette charge, ou, au moyen d'un fardage, ou en mettant une plus grande partie en entrepont; mais il faut projeter d'abord ce chargement, & enſuite ſoumettre au calcul le nouvel arrimage. Il y a en cela un tâtonnement auquel il faut ſe réſoudre, parce qu'il eſt inévitable.

TABLEAU I.

ETAT de l'Echantillon de la Membrure & de l'Epaiſſeur des Bordages, tant extérieurs qu'intérieurs, du Bâtiment ſur lequel on s'exerce.

LISSES.	ÉPAISSEUR DU VAIGRE.	ÉCHANTILLON DE LA MEMBRURE.		ÉPAISSEUR DU BORDAGE.
		Sur le Tour.	Sur le Droit.	
Au talon dont la hauteur eſt 0,487 mètres.....	mètres. 0,081	mètres. 0,379	mètres. 0,298	mètres. 0,081
Aux Fauſſe-Liſſe......	0,081	0,298	0,298	0,081
Première.........	0,081	0,271	0,271	0,081
Deuxième........	0,081	0,264	0,264	0,081
Troiſième........	0,095	0,258	0,258	0,095
Quatrième.......	0,112	0,253	0,251	0,112
Cinquième.......	0,163	0,231	0,231	0,163
Sixième.........	0,163	0,217	0,217	0,163
Septième........	0,068	0,189	0,217	0,068
Huitième........	0,054	0,163	0,217	0,054
Neuvième........	0,054	0,122	0,217	0,054

TABLEAU II.

CALCUL pour parvenir à la quadrature du plan de Section des Pans de Charpente, & à la détermination des points extrêmes sur les Lisses des Axes desdits Pans de Charpente.

	Fausse Lisse.		Ire. Lisse.		IIe. Lisse.		IIIe. Lisse.		IVe. Lisse.		Ve. Lisse.		VIe. Lisse.		VIIe. Lisse.		VIIIe. Lisse.		IXe. Lisse.	
Distance constante entre les Couples	....	2,640	....	2,640	....	2,640	....	2,640	....	2,640	....	2,640	....	2,640	....	2,640	....	2,640	....	2,640
Épaisseur de la Membrure sur le Droit.	0,298	...	0,271	...	0,264	...	0,258	...	0,251	...	0,252	...	0,21[illegible]	...	0,217	...	0,217	...	0,257	...
× 8 pour les quatre Couples	....	2,384	....	2,168	....	2,112	....	2,064	....	2,008	....	1,848	....	1,73	....	1,736	....	1,736	....	1,736
Largeur des quatre mailles	....	0,256	....	0,472	....	0,528	....	0,576	....	0,632	....	0,792	....	0,904	....	0,904	....	0,904	....	0,904
× Par l'épaisseur sur le Tour, pour avoir le plan de Section de la Maille.	0,298 —	0,076	0,271 —	0,127	0,264 —	0,139	0,258 —	0,149	0,253 —	0,159	0,252 —	0,189	0,217 —	0,196	0,189 —	0,171	0,163 —	0,147	0,122 —	0,112
Plan de Section du Pan de Charpente, calculé ci après, réduit suivant la Section de la Maille.	....	1,138	....	1,026	....	0,983	....	1,034	....	1,148	....	1,281	....	1,258	....	0,687	....	0,568	....	0,496
Calcul de la Section du Pan de Charpente.																				
Épaisseur du Vaigre	0,081	...	0,081	...	0,081	...	0,095	...	0,122	...	0,163	...	0,163	...	0,068	...	0,034	...	0,034	...
Épaisseur du Couple sur le Tour.	0,298	...	0,271	...	0,264	...	0,258	...	0,251	...	0,231	...	0,217	...	0,189	...	0,163	...	0,122	...
Épaisseur du Bordage.	0,081	...	0,081	...	0,085	...	0,095	...	0,122	...	0,163	...	0,163	...	0,068	...	0,054	...	0,054	...
	0,460	...	0,433	...	0,426	...	0,448	...	0,495	...	0,537	...	0,543	...	0,325	...	0,272	...	0,230	...
× 2,64 mètres, distance entre les Couples	....	1,214	....	1,143	....	1,124	....	1,583	....	1,307	....	1,470	....	1,434	....	0,858	....	0,755	....	0,607
Moitié de l'épaisseur de Charpente.	0,230	...	0,216	...	0,213	...	0,224	...	0,247	...	0,278	...	0,275	...	0,162	...	0,135	...	0,115	...
A déduire l'épaisseur du Bordage.	0,081	...	0,081	...	0,081	...	0,095	...	0,122	...	0,163	...	0,163	...	0,068	...	0,054	...	0,054	...
Quantité de la rentrée des points extrêmes des axes des Pans de Charpente	0,149	...	0,135	...	0,132	...	0,129	...	0,125	...	0,115	...	0,108	...	0,094	...	0,081	...	0,0[illegible]	...
A employer.	0,140	...	0,126	...	0,123	...	0,120	...	0,116	...	0,106	...	0,099	...	0,085	...	0,073	...	0,0[illegible]	[illegible]

TABLEAU IV.

Solidités & Momens des Entre-Lisses, pris dans le Tableau III, *pour parvenir à la hauteur du Centre de gravité de la Carcasse.*

ENTRE-LISSES.	SOLIDITÉS.	MOMENS.
Quille .... / Fausse-lisse	21,159	23,292
Fausse-lisse .... / Première	13,969	22,494
Première .... / Deuxième	19,550	41,312
Deuxième .... / Troisième	20,357	53,087
Troisième .... / Quatrième	23,504	80,305
Quatrième .... / Cinquième	32,372	144,220
Cinquième .... / Sixième	20,489	116,940
Sixième .... / Septième	10,782	71,240
Septième .... / Huitième	9,5171	71,670
Huitième .... / Neuvième	10,101	86,309
	181,800	710,869

$\frac{710,869}{181,8} =$ 3,91013 mètres; qui est la hauteur du Centre de gravité de la Carcasse relativement à un plan horizontal, passant par le dessous de la Quille.

de la Frégate prise pour exemple.

TROISIÈME LISSE,
Dont la Section a de quadrature 1,014.

Longueur des Axes.	Distance au-dessous de la Quille.	Momens.
0,758	4,574	3,4621
0,947	3,816	3,6137
1,069	3,261	3,4860
1,191	2,869	3,4170
1,272	2,571	3,2703
1,313	2,328	3,0567
1,353	2,166	2,9306
1,373	2,044	2,8064
1,394	2,003	2,7922
1,394	2,003	2,7928
1,394	2,030	2,8298
1,367	2,111	2,8857
1,308	2,274	2,9744
1,231	2,516	3,0972
1,137	2,815	3,2006
0,975	3,248	3,1741
0,839	3,817	3,1877
20,315		52,9770

20,315 × 1,014 = 20,357
52,9770 × 1,034 = 53,087

QUATRIÈME LISSE,
Dont la Section a de quadrature 1,148.

Longueur des Axes.	Distance au-dessous de la Quille.	Momens.
1,272	4,980	6,3346
1,245	4,385	5,4593
1,218	3,925	4,7806
1,245	3,573	4,4484
1,258	3,302	4,1539
1,272	3,132	3,9819
1,299	2,978	3,8684
1,299	2,896	3,7619
1,299	2,869	3,7268
1,299	2,869	3,7268
1,272	2,828	3,5972
1,272	2,924	3,7193
1,243	3,031	3,7736
1,191	3,220	3,8350
1,110	3,465	3,8462
0,947	3,898	3,6914
0,731	4,439	3,2449
20,474		69,9522

20,474 × 1,148 = 23,504
69,9522 × 1,148 = 80,305

HUITIÈME LISSE,
Dont la Section a de quadrature 0,568.

1,137	8,031	9,1315
1,016	7,867	8,3056
1,083	7,705	8,3445
1,056	7,571	7,9910
0,975	7,489	7,3017
1,029	7,435	7,6566
1,042	7,394	7,7045
1,056	7,355	7,76[illegible]9
1,056	7,355	7,7659
1,056	7,355	7,7619
0,893	7,381	6,5912
0,893	7,381	6,5912
0,893	7,394	6,6028
0,893	7,408	6,6227
0,894	7,462	6,4621
0,839	7,571	6,3521
0,893	7,760	6,9207
16,717		125,8869

16,717 × 0,568 = 9,5171
125,8869 × 0,568 = 71,67

NEUVIÈME LISSE,
Dont la Section a de quadrature 0,496.

1,245	9,140	11,379
1,299	8,978	11,663
1,299	8,8[illegible]8	11,468
1,299	8,680	11,275
1,272	8,545	10,869
1,172	8,491	10,800
1,272	8,437	10,732
1,272	8,382	10,662
1,272	8,382	10,662
1,272	8,382	10,6[illegible]2
0,758	8,139	6,169
0,785	8,166	6,410
1,218	8,355	10,176
1,245	8,[illegible]82	10,435
1,245	8,437	10,504
1,204	8,[illegible]72	10,321
1,137	8,788	9,922
20,366		174,109

20,366 × 0,496 = 10,101
174,109 × 0,496 = 86,309



TABLEAU V.

Relevé des Axes des Pans de charpente fait comme il convient, pour avoir la position du Centre de gravité de la Carcasse, relativement à quelque plan vertical-latitudinal.

ENTRE-LISSES.	COUPLES ARRIÈRE.									COUPLES AVANT.							
	Huitième.	Septième.	Sixième.	Cinquième.	Quatrièm.	Troisièm.	Deuxièm.	Première.	Maître.	Maître.	Première.	Deuxièm.	Troisièm.	Quatrièm.	Cinquième.	Sixième.	Septième.
Quille....... Fausse-quille..	1,326	1,137	1,002	0,982	1,002	1,049	1,083	1,130	1,138	1,138	1,191	1,164	1,137	1,002	0,974	0,974	1,164
Fausse-quille.. Première.....	1,110	0,793	0,798	0,985	0,785	0,812	0,812	0,839	0,839	0,839	0,812	0,785	0,731	0,758	0,744	0,722	0,825
Première..... Deuxième....	1,299	1,137	1,110	1,137	1,150	1,164	1,218	1,245	1,252	1,252	1,225	1,191	1,177	1,137	1,083	1,042	1,029
Deuxième.... Troisième....	0,758	0,947	1,069	1,191	1,272	1,213	1,353	1,373	1,394	1,394	1,394	1,367	1,308	1,231	1,137	0,975	0,839
Troisième.... Quatrième....	0,272	1,245	1,218	1,245	1,258	1,272	1,299	1,299	1,299	1,299	1,272	1,272	1,245	1,191	1,110	0,947	0,731
Quatrième.... Cinquième....	1,461	1,407	1,434	1,461	1,488	1,543	1,569	1,596	1,597	1,597	1,624	1,597	1,543	1,529	1,488	1,308	1,029
Cinquième.... Sixième......	0,975	0,947	0,947	0,920	0,975	0,975	0,975	0,975	1,002	1,002	0,947	0,947	0,947	0,975	0,975	0,988	1,083
Sixième...... Septième.....	0,758	0,821	0,839	0,893	0,906	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	1,056	1,056	1,056	1,029	0,975	0,920	0,812
Septième..... Huitième.....	1,137	1,056	1,083	1,056	0,975	1,029	1,042	1,056	1,056	1,056	0,893	0,893	0,893	0,894	0,866	0,839	0,893
Huitième..... Neuvième....	1,145	1,299	1,299	1,299	1,272	1,272	1,272	1,272	1,272	1,272	0,758	0,785	1,218	1,245	1,245	1,204	1,137
	11,341	10,789	10,799	10,969	11,083	11,349	11,543	11,705	11,769	11,769	11,172	1,057	11,255	10,991	10,597	9,919	[illegible]
×	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	31	14	15	16
	00,000	10,789	21,598	32,907	44,332	56,745	69,258	81,935	94,215	105,921	111,720	121,627	134,960	142,883	148,358	148,785	152,672

TABLEAU VI.

DÉVELOPPEMENT des Couples, leurs distances au 8e. Arrière, & leurs momens pris dans le Tableau V, *pour parvenir à la distance du Centre de gravité de la carcasse au plan dudit huitième Couple Arrière.*

COUPLES.		DÉVELOPPEMENT DE CHACUN.	DISTANCE AU 8e. ARRIÈRE.	MOMENS.
Arrière.	8 ..	.. 11,341 ..	.. 0 ..	.. 00,000
	7 ..	.. 10,789 ..	.. 1 ..	.. 10,789
	6 ..	.. 10,799 ..	.. 2 ..	.. 21,598
	5 ..	.. 10,969 ..	.. 3 ..	.. 32,907
	4 ..	.. 11,083 ..	.. 4 ..	.. 44,332
	3 ..	.. 11,349 ..	.. 5 ..	.. 56,745
	2 ..	.. 11,543 ..	.. 6 ..	.. 69,258
	1 ..	.. 11,705 ..	.. 7 ..	.. 81,935
	maître. ..	.. 11,769 ..	.. 8 ..	.. 94,152
	maître. ..	.. 11,769 ..	.. 9 ..	.. 105,921
Avant.	1 ..	.. 11,172 ..	.. 10 ..	.. 111,720
	2 ..	.. 11,057 ..	.. 11 ..	.. 121,627
	3 ..	.. 11,255 ..	.. 12 ..	.. 134,960
	4 ..	.. 10,991 ..	.. 13 ..	.. 142,883
	5 ..	.. 10,597 ..	.. 14 ..	.. 148,358
	6 ..	.. 9,919 ..	.. 15 ..	.. 148,785
	7 ..	.. 9,542 ..	.. 16 ..	.. 152,672
		187,649		1478,642

$\frac{1478,642}{187,649} \times 2,64$ mètres. = 20,802 mètres.

T E.

RELEVÉ DE[AL]

ORDONNÉES.	PLAN SUPÉRIEUR, À 11 PIEDS DE LA PARACLOSE.		
	pi.	po.	li.
Aux 6	9	0	0
5	12	8	9
4	14	4	0
3	15	2	0
2	15	8	0
1	15	9	0
Maître	15	10	3
1	15	10	0
2	15	9	0
3	15	7	6
4	15	1	3
5	14	3	6
6	13	0	6
7	10	9	6
8	7	1	6
	206	0	9
Ordonnées extrêmes { 9 0 0 / 7 1 6			
16 1 6 × ½ =	8	0	9
	198	0	0

o. li. 4 0 / o o / 8 o / 2 8 / e. / o 10 / 3 10

PETITE PARTIE DE L'AVANT DE SA SIXIÈME SECTION VERTICALE-LATITUDINALE.				PETITE PARTIE DE L'ARRIÈRE DE LA HUITIÈME SECTION VERTICALE-LATITUDINALE.				CAPACITÉ DE LA FRÉGATE		
	pi.	po.	li.		pi.	po.	li.		pi.	po.
pi. 9 × ½ =	4	6	0	pi. po. li. 7 1 9 × ½ =	3	6	10		198	0
	7	0	6		3	10	0		181	2
	4	10	6		2	11	0		181	2
	2	8	3	po. 11 × ½ =	0	5	6		159	9
po. 11 × ½ =		5	6						159	9
									127	10
									127	10
	19	6	9		10	9	4		83	2
× 2 pour doubler	19	6	9	× 2 pour doubler	10	9	9		83	2
									25	4
	39	1	6		21	6	8			
× 2 de distance entre les sections.	39	1	6	× 2 de distance entre les sections	21	6	8		1327	6
								× 8 1 6 × 2 ou	16	3
	78	3	0		43	1	4			
× 9 6 0 distance à l'Avant. × ⅓ =	247	6	7	× 7 6 6 distance à l'Arrière. × ⅓ =	107	7	6	Ple. partie.	21,572	6
								Fond...	79	3
								Avant..	247	6
								Arrière.	107	7
									22,007	0

CALCUL de la Capacité de la Frégate par Tranches.

pi. po. li.		pi. po. li.		pi. po. li.		pi. po. lig.				pi.	po.
198 0 0 / 181 2 9	} (	379 2 9	×	16 3 0	=	6162 5 7)	+ 144	+ 76	=	6382	5
181 2 9 / 159 9 9	} (	141 0 6	×	16 3 0	=	5541 11 1)	+ 72	+ 28	=	5641	11
159 9 9 / 127 10 2	} (	187 7 11	×	16 3 0	=	4675 1 0)	+ 27	+ 4	=	4706	1
127 10 2 / 83 2 3	} (	211 0 5	×	16 3 0	=	3429 3 6)	+ 4		=	3433	3
83 2 3 / 25 4 0	}	108 6 3	×	16 3 0	=					1763	5
Petite partie au-dessous du Plan ho[rizontal in]férieur.....										79	3
										22,006	6

TABLEAU VIII.

CALCUL des Sections horizontales tracées à la hauteur du Lest de fer, du Lest de pierre & de la Charge.

COUPLES.	DEMI-SURFACE DU LEST DE FER, NON COMPRIS 9 POUCES DE DEMI-LARGEUR DE CARLINGUE.	DEMI-SURFACE SUPÉRIEURE DU LEST DE PIERRE.	DEMI-SURFACE SUPÉRIEURE DE LA CHARGE.
	pi. po. li.	pi. po. li.	pi. po. li.
8	....	....	.... 2 6 0
7	.... 0 0 0	.... 1 0 0	.... 6 3 0
6	.... 0 2 9	.... 1 10 0	.... 9 6 0
5	.... 0 11 6	.... 3 3 0	.... 11 10 0
4	.... 1 9 6	.... 4 9 6	.... 13 4 0
3	.... 2 9 6	.... 6 2 6	.... 14 1 0
2	.... 3 6 0	.... 7 5 0	.... 14 7 0
1	.... 4 1 3	.... 8 2 6	.... 14 9 6
maître.	.... 4 6 6	.... 8 5 6	.... 14 10 3
1	.... 4 2 0	.... 7 7 6	.... 14 8 0
2	.... 3 5 6	.... 6 6 9	.... 14 3 0
3	.... 2 8 0	.... 5 4 0	.... 13 4 0
4	.... 1 8 0	.... 3 11 0	.... 11 9 6
5	.... 0 4 9	.... 2 4 6	.... 9 4 0
6	....	....	.... 5 6 0
7	....	....	.... 1 10 3
	pi. po li. 30 3 3	pi. po. li. 68 11 9	pi. po. li. 172 7 6
Ordonnées. Arrière.	pi po. li. 0 0 0	pi. po li. 1 0 0	pi. po. li. 2 6 0
Ordonnées. Avant.	0 4 9	2 4 6	1 10 3
	0 4 9 $\times\frac{1}{2}$ = 0 2 4	3 4 6 $\times\frac{1}{2}$ = 1 8 3	4 4 3 $\times\frac{1}{2}$ = 2 2 2
	30 0 11 30 0 11	67 3 6 Celle du Lest de fer...... 30 0 11 Restitution des 9 po. par Ordonnées.... 8 3 0	170 5 4 Section à 7 pi. Tableau VII. 159 9 9
	pi. 60 1 10 $\times 8\frac{1}{8}$ = 489 0 0 × 6 po. = 244 6 0 Capacité au dessus de la Carlingue. 72 0 0	105 6 5 pi. $\times 8\frac{1}{8}$ = 857 5 8 × 11 po. = 785 0 0	pi. 330 3 1 $\times 8\frac{1}{8}$ = 2683 5 3 × 6 po. = 1341 8 7
	316 6 0	Ci-dessus... 67 3 6 Section à 3 pi. Tableau VII. 83 2 3	
		pi. 150 5 9 $\times 8\frac{1}{8}$ = 1222 7 9 × 7 po. = 713 2 2	

TABLEAU IX.

DÉTERMINATION du Centre de gravité des Mâts, Vergues, Voiles, Gréement.

	SOLIDITÉS EN POIDS.	DISTANCE AU PLAN HORIZONTAL EN-DESSOUS DE LA QUILLE.	MOMENS.
	livres.	pieds.	
Grand Mât	8901,61	38,167	339830
Mât de misaine	7657 81	37.500	287160
Beaupré	4908,88	29,000	142360
Artimon	2430.30	30,567	74287
Grand Mât de Hune	1712,10	99,333	170070
Petit Mât de Hune	1712 10	97,500	166930
Grand Perroquet	312 80	139,500	43636
Petit Perroquet	296 80	134,333	39806
Perroquet de Fougue	838,96	85,000	71312
Bâton de Pavillon	318,75	40,000	12750
Bâton de Foc	356,25	45,500	16209
	29445,89		1364350
Grande Vergue	3681,61	66,833	246620
De Misaine	2992,63	63,500	190030
D'Artimon	1921,90	56,000	107630
De Civadière	903,72	27,500	24852
Contre-Civadière	184,39	41,667	7683
De grande Hune	1843,90	87,333	161400
De petit Hunier	1046 50	83,000	85730
De grand Perroquet	205,92	129,500	26667
De petit Perroquet	165,08	125,000	20635
Vergue Sèche	860 70	62,167	53507
De Perroquet de Fougue	235,24	77,000	18114
	14041,59		942868
Sommes du poids des Mâts.	29445 89	*Idem* des Momens.	1364350
Poids des Mâts & Vergues.	43487,48	× 53,05377 =	2307218
Voiles ⅓ × 14041,59 =	4680,53	× ⅓ × 942868 =	314289
Gréement des Mâts	34770,00	× 53,05377 =	1844714
	82938,01	× 53,8501 =	4466221
Ou	41,469 tonn.	× 53,8501 =	2233,110

TABLEAU X.



TABLEAU I.

ETAT de l'Echantillon de la Membrure & de l'Epaiſſeur des Bordages, tant extérieurs qu'intérieurs, du Bâtiment ſur lequel on s'exerce.

LISSES.	ÉPAISSEUR DU VAIGRE.	ÉCHANTILLON DE LA MEMBRURE.		ÉPAISSEUR DU BORDAGE.
		Sur le Tour.	Sur le Droit.	
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Au talon dont la hauteur eſt de 0,487 mètres...	0,075	0,406	0,298	0,075
Fauſſe-Liſſe......	0,075	0,298	0,298	0,075
1..............	0,075	0,271	0,271	0,075
2..............	0,075	0,264	0,264	0,075
3..............	0,095	0,258	0,258	0,095
4..............	0,122	0,251	0,251	0,122
5..............	0,163	0,231	0,231	0,163
6..............	0,163	0,217	0,217	0,163
7..............	0,068	0,189	0,217	0,068
8..............	0,054	0,163	0,217	[illegible]
9..............	0,054	0,112	0,217	0,054

TABLEAU 2.

Calcul pour parvenir à la quadrature du plan de Section des Pans de Charpente, & à la détermination des points extrêmes sur les Lisses, des Axes desdits Pans de Charpente.

	Fausses Lisses.		Ire. Lisse.		IIe. Lisse.		IIIe. Lisse.		IVe. Lisse.		Ve. Lisse.		VIe. Lisse.		VIIe. Lisse.		VIIIe. Lisse.		IXe. Lisse.	
	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.	mt.
Distance constante entre les Couples	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640	.....	2,640
Épaisseur de la Membrure sur le Droit.	0,198	...	0,171	...	0,164	...	0,158	...	0,152	...	0,151	...	0,217	...	0,217	...	0,217	...	0,217	...
× 8 pour les quatre Couples	.....	2,384	.....	2,168	.....	2,115	.....	2,064	.....	2,008	.....	1,848	.....	1,736	.....	1,736	.....	1,736	.....	1,736
Largeur des quatre mailles	.....	0,256	.....	0,472	.....	0,528	.....	0,376	.....	0,632	.....	0,792	.....	0,904	.....	0,904	.....	0,904	.....	0,904
× L'épaisseur sur le Tour, pour avoir le plan de Section de la Maille.	0,298 =	0,076	0,271 =	0,127	0,264 =	0,139	0,258 =	0,149	0,252 =	0,159	0,231 =	0,189	0,217 =	0,196	0,189 =	0,171	0,163 =	0,147	0,122 =	0,111
Plan de la Section du Pan de Charpente, calculé ci après, réduit suivant la Section de la Maille.	.....	1,207	.....	0,9844	.....	0,934	.....	1,034	.....	1,148	.....	1,281	.....	1,238.	.....	0,687	.....	0,568	.....	0,496
Calcul de la Section du Pan de Charpente.																				
Épaisseur du Vaigre	0,075	...	0,075	...	0,075	...	0,095	...	0,122	...	0,163	...	0,163	...	0,068	...	0,014	...	0,054	...
Épaisseur du couple sur le Tour	0,198	...	0,271	...	0,264	...	0,158	...	0,252	...	0,231	...	0,217	...	0,189	...	0,163	...	0,122	...
Épaisseur du Bordage.	0,075	...	0,075	...	0,075	...	0,095	...	[illegible]	...	0,163	...	0,163	...	0,068	...	0,014	...	0,014	...
	0,448	...	0,421	...	0,614	...	0,448	...	0,493	...	0,557	...	0,543	...	0,325	...	0,171	...	0,130	...
× 2,64 mètres, distance entre les Couples	.....	1,183	.....	1,1114	.....	1,093	.....	1,183	.....	1,307	.....	1,470	.....	1,434	.....	0,858	.....	0,713	.....	0,607
Moitié de l'épaisseur de Charpente.	0,224	...	0,2101	...	0,207	...	0,224	...	0,247	...	0,278	...	0,272	...	0,162	...	0,135	...	0,115	...
A déduire l'épaisseur du Bordage.	0,075	...	0,0750	...	0,075	...	0,095	...	0,122	...	0,163	...	0,163	...	0,068	...	0,054	...	0,054	...
Quantité de la rentrée des points extrêmes des axes des Pans de Charpente	0,149	...	0,1335	...	0,132	...	0,129	...	0,125	...	0,115	...	0,108	...	0,094	...	0,081	...	0,06[illegible]	...
A employer	0,140	...	0,126	...	0,123	...	0,110	...	0,116	...	0,106	...	0,099	...	0,085	...	0,072	...	[illegible]	...

TABLEAU 2.

gravité par Entre-Lisses.

…ISIÈME LISSE, …ction a de quadrature 1,034.		QUATRIÈME LISSE, Où la Section a de quadrature 1,148.		
DISTANCE AU DESSOUS DE LA QUILLE.	MOMENS.	LONGUEUR DES AXES.	DISTANCE AU-DESSOUS DE LA QUILLE.	MOMENS.
4,80	3,264	1,33	5,20	6,916
3,75	3,525	1,25	4.52	5,188
3,19	3.397	1,23	3,86	4,748
2,81	3,289	1,24	3,51	4.352
2.51	3,150	1 26	3,25	4.095
2,27	2,985	1,27	3,05	3,873
2,10	2,856	1,29	2,91	3,754
2,00	2,760	1,285	2,84	3,649
1,93	2,683	1,280	2,80	3,584
1,92	2,688	1,290	2,77	3,546
1,97	2,758	1.28	2,82	3,610
2,07	2,836	1,25	2,90	3,625
2,21	2,895	1.21	3,01	3,642
2,43	2,965	1,17	3,19	3.732
2,735	3,091	1,10	3,455	3,801
3,19	3,206	1,92	3,87	3,560
4,11	3,288	0,60	4,69	2,814
	51,616	20,245		68,689

… × 1,034 = 20,8661
…6 × 1,034 = 53,371

20,245 × 1,148 = 23,24127
68,689 × 1,148 = 78,855

…ITIÈME LISSE, …ction a de quadrature 0,568.		NEUVIÈME LISSE, Où la Section a de quadrature 0,496.		
7,90	8,532	1,41	9.06	12,775
7,70	8,239	1,41	8.87	12,507
7,53	7,831	1 40	8 67	12,138
7,40	7,548	1,41	8.56	12,070
7,31	7,310	1,37	8,43	11,549
7,26	7,750	1,30	8 35	10 855
7,22	7,[illegible]09	1.25	8 31	10,387
7,20	7 848	1,24	8 30	10,292
7,20	7,848	1,24	8,30	10,292
7,20	6,480			
7,10	6 480			
7,20	6,480			
7,20	6,4[illegible]8	1,25	8.19	10,238
7,21	6,0.6	1 24	8,20.	10,168
7,26	6,316	1,23	8 24	10,135
7,40	6,216	1,16	8.37	9,709
7,82	7,018	1,18	8,72	10,290.
	121.889	18,09		153,405

… × 0,568 = 9,5768
…89 × 0,568 = 69,2329

18,09 × 0,496 = 8,97264
153,405 × 0,496 = 76,0889



TABLEAU 4.

RÉCAPITULATION de la solidité des Entre-Lisses & de leur Centre de Gravité procurant ceux de Carcasse.

ENTRE-LISSES.	MOMENS.
18,19500	17,6067
12,72337	19,2411
18,78900	39,0549
20,86610	53,3710
23,24127	78,8550
32,40930	143,8500
20,79840	116,1083
10,35310	67,6850
9,37768	69,2329
8,97264	76,0889
Mètres cubes 175,72586 pour la moitié.	681,0938.

$\frac{681,0938}{175,72586}$ = 3,87589 au-dessous de la quille.

Quille 0,379

3,49689 au-dessus de la quille.



TABLEAU 5.

Relevé des Axes de Pan de Charpente par Entre-Lisses, & de leur distance au 8 arrière, la distance commune considérée comme l'unité, pour mener à la détermination du Centre de Gravité par rapport à la longueur.

ENTRE-LISSES.	COUPLES ARRIÈRE.									COUPLES AVANT.							
	Huitième.	Septième.	Sixième.	Cinquième.	Quatrièm.	Troisièm.	Deuxièm.	Premier.	Maître.	Maître.	Premier.	Deuxièm.	Troisièm.	Quatrièm.	Cinquième.	Sixième.	Septième.
Quille… Fausse-Lisse…	0,00	1,05	0,96	0,93	0,96	1,00	1,05	1,10	1,135	1,13	1,12	1,08	1,04	0,97	0,91	0,91	0,00
Fausse-Lisse… Première…	0,37	1,885	0,80	0,78	0,79	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,81	0,81	0,78	0,77	0,75	0,78	0,49
Première… Deuxième…	1,40	1,10	1,08	1,11	1,135	1,16	1,20	1,23	1,25	1,26	1,23	1,18	1,16	1,12	1,06	1,01	1,01
Deuxième… Troisième…	0,68	0,94	1,065	1,17	1,255	1,315	1,36	1,38	1,39	1,40	1,39	1,37	1,31	1,22	1,13	1,005	0,80
Troisième… Quatrième…	1,33	1,25	1,23	1,24	1,26	1,27	1,29	1,285	1,28	1,28	1,28	1,25	1,21	1,17	1,10	0,92	0,60
Quatrième… Cinquième…	1,53	1,41	1,44	1,47	1,52	1,56	1,61	1,63	1,63	1,61	1,60	1,57	1,55	1,53	1,48	1,33	0,83
Cinquième… Sixième…	1,00	0,95	0,97	0,95	0,96	0,97	0,97	1,96	0,98	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00	1,03	1,09
Sixième… Septième…	0,71	0,80	0,80	0,85	0,88	0,89	0,90	0,90	0,90	1,01	1,00	0,99	0,99	0,97	0,91	0,85	0,72
Septième… Huitième…	1,08	1,07	1,04	1,02	1,00	1,04	1,04	1,09	1,09	0,90	0,90	0,90	0,89	0,84	0,87	0,84	0,90
Huitième… Neuvième…	1,41	1,41	1,40	1,41	1,37	1,30	1,25	1,24	1,24	0,00	0,00	0,00	1,25	1,24	1,23	1,16	1,18
	9,51	10,865	10,785	10,93	11,13	11,315	11,49	11,635	11,725	10,42	10,33	10,15	11,16	10,82	10,44	9,835	7,62
	×0,00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		10,865	21,570	32,79	44,52	56,575	68,94	81,445	93,800	93,78	103,30	111,65	133,92	140,66	146,1[illegible]	[illegible]47,525	[illegible]2

TABLEAU 6.

RELEVÉ des Axes de Pan de Charpente par Entre-Lisses, & de leurs Momens par rapport au 8 arrière, pris dans le Tableau V, déterminant le Centre de Gravité de Carcasse dans ce sens.

AXES.	MOMENS.
9,51	0,000
10,865	10,865
10,785	21,570
10,93	32,790
11,13	44,52
11,315	56,575
11,49	68,94
11,635	81,445
11,725	93,800
10,42	93,78
10,33	103,30
10,15	111,65
11,16	133,92
10,82	140,66
10,44	146,16
9,835	147,525
7,62	121,92
180,16	1409,42

$$2,64 \times \frac{1409,42}{180,16} = 20,65314 \text{ mètres.}$$



GATE.

	Sommes des sections ou colonnes deux à deux.			Logarithmes des sommes et des facteurs constans.	Solidité par tranche.
	Septième.....	2,592	20,039 =	1,3018760	
	Sixième......	17,447			
Faux couple			C =	0,3139237	
			N	1,6157997 =	41,285
Arrière.	Sixième......	17,447	56,254 =	1,7501534	
	Cinquième...	38,807			
			C =	0,3139237	
			N	2,0640771 =	115,900
	Cinquième...	38,807	92,536 =	1,9663107	
	Quatrième...	53,729			
			C =	0,3139237	
			N	2,2802344 =	191,53
Avant.	Quatrième....	53,729	118,361 =	2,0732050	
	Troisième....	64,632			
			C =	0,3139237	
			N	2,3871287 =	243,85
	Troisième....	64.632	137.945 =	2,1396902	592,565
	Deuxième....	73,313			
Faux couple			C =	0,3139237	
			N	2,4536139 =	248,190
Demi-extré	Deuxième....	73,313	153,261 =	2,1854288	
	Première.....	79,498			
			C =	0,3139217	
			N	2,4993525 =	315,760
					1192,515

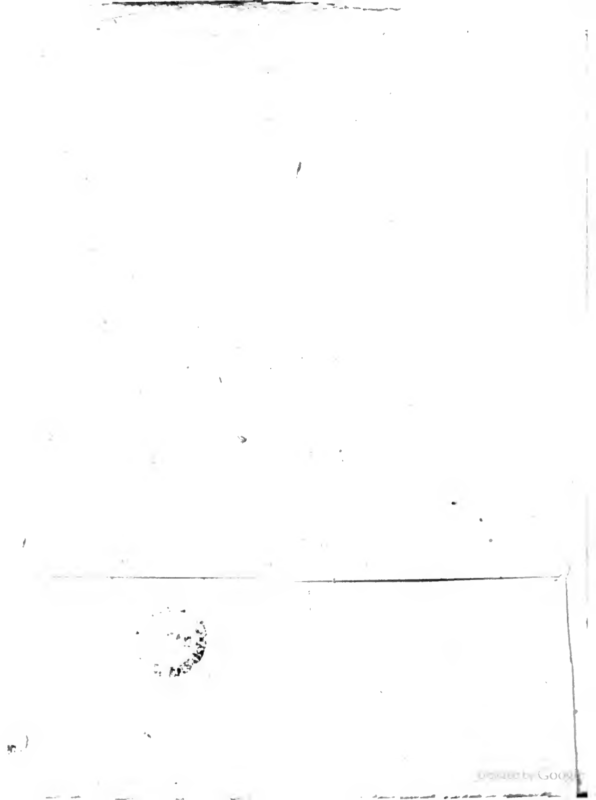
CALCUL de ſoſravité par rapport au 8 Arrière.

	FAUX P[illegible]ERIE.	GAILLARDS SUPPOSÉS PROLONGÉS.
8	.... 0,53 × · 0,631	.... 3,53 × ½ — 0,588
7	.... 3,26 .... .. 4 220	.... 3,80 .... 1 3,800

u septième...	[illegible]	[illegible]	[illegible]
....	0,243	0,243	0,243
	1,443	2,123	2,823
tr'elles........	0,6	0,8	1,000
	0,8658	1,6984	2,823
× ½ =	0,4329	0,8492	1,411

CALCUL DES PETITE[illegible]

au huitième....	0,000	3,8 00	3,53
ere............	0,000	3,6000	3,2
	0,000	7 4100	6,73
ntr'elles........	0,000	0,7700	2,1
	0,000	5,7057	14,132
× ½ =	0,000	2,8528	[illegible]



ge, & sans différence.

…SIÈME SECTION,
…UIÈME DU TABLEAU 7.

×	½	=		0,27
…	1	……		0,51
…	2	……		1,90
…	3	……		4,53
…	4	……		8,56
…	5	……		14,275
…	6	……		20,670
…	7	……		26,95
…	8	……		32,16
…	9	……		36,36
…	10	……		38,70
…	11	……		38,50
…	12	……		36,84
…	13	……		31,005
…	14	……		23,10
…	15	……		12,75
$\frac{(3 \times 17) - 4}{6}$		=		1 269
				328,349

QUATRIÈME SECTION.
OU SIXIÈME DU TABLEAU 7.

0.162	×	½	=	0,27
0,32	…..	1	……	0,32
0.47	…..	2	……	0,94
0,67	…..	3	……	2,01
0,90	…..	4	……	2,70
1,18	…..	5	……	5 90
1,45	…..	6	……	8 70
1.71	…..	7	……	11.97
1,87	…..	8	……	14 96
1,87	…..	9	……	16,83
1.78	…..	10	……	17.80
1.585	…..	11	……	17.435
1.35	…..	12	……	16,20
1.04	…..	13	……	13.52
0 72	…..	14	……	10.08
0,37	…..	15	……	5,55
0,162 × $\frac{(3 \times 17) - 4}{6}$			=	1,269
17.447				146.454

POUR LA DISTANCE DU CENTRE DE GRAVITÉ A LA FLOTTAISON SUPÉRIEURE-LÈGE.

ORDONNEES OU SECTION D'EAU.

Facteur omis.				
64,632	×	½	=	10,772
53.729	……..	1	……..	53.729
38.807	……..	2	……..	77,614
17.447	……..	3	……..	52.341
2,592	× $\frac{(3 \times 5) - 4}{6}$		=	4.752
177,207				199,208

à soustraire :
½ × (64,632 + 2,592) = 33 612

143.795

$\frac{199.208}{143,795}$ × 0,789 (Distance entre les Sections) = 1,0391.

TABLEAU 10.

Calcul des Onglets supposés.

ORDONNÉES LONGITUDINALES.	
ARRIÈRE.	
ORDONNÉES.	CARRÉS.
0,000	00,000
8,995	80,910
11,785	138,880
13,555	183,740
13,555	183,740
16,835	283,420
16,835	283,420
16,835	283,420
19,015	361,570
19,015	361,570
19,015	361,570
21,455	460,750
21,465	460,750
	3443,740
Moitié des extrêmes..	230,375
	3213,365

ORDONNÉES LONGITUDINALES.	
AVANT.	
ORDONNÉES.	CARRÉS.
0,000	00,000
9,415	88,642
12,095	146,290
13,985	195,580
13,985	195,580
17,365	301,540
17,365	301,540
17,565	301,540
19,465	378,890
19,465	378,890
19,465	378,890
21,465	460,750
21,465	460,750
	3388,882
Moitié des extrêmes..	230,375
	3358,507

Log. 3213,365 = 3,5069648

$\frac{0,3 \times 29,174 \times 0,445833,\&c.}{28 \times 21,465} = \bar{3},8124009$

20,462 = 1,3193657

20,462 pour l'autre côté.

41,724

Log. 3358,507 = 3,5261454

$\frac{0,3 \times 29,174 \times 0,445833,\&c.}{28 \times 21,465} = \bar{3},8124009$

21,805 = 1,338[illegible]

21,805 pour l'autre côté.

43,610

41,724

1,886 excédent de l'onglet de l'avant sur celui de l'arrière.

TABLEAU II.

CALCUL des Onglets au vrai.

	ARRIÈRE.			AVANT.		
	ORDONNÉES.	CARRÉS.	CUBES.	ORDONNÉES.	CARRÉS.	CUBES.
	0,000	00,000	000,00	0,000	00,000	000,00
	9,185	84,364	773,62	9,225	85,101	783,78
	11,975	143,400	1709,37	11,905	141,730	1689,41
	13,745	188,930	2593,94	13,795	190,030	2622,36
	13,745	188,930	2593,94	13,795	190,030	2622,36
	17,025	289,850	4939,06	17,175	294,150	5070,72
	17,025	289,850	4939,06	17,175	294,150	5070,72
	17,025	289,850	4939,06	17,175	294,150	5070,72
	19,205	368,830	7077,89	19,275	371,520	7155,58
	19,205	363,830	7077,89	19,275	371,520	7155,58
	19,205	368,830	7077,89	19,275	371,520	7155,58
	21,655	468,940	10161,91	21,275	452,620	9636,40
	21,655	468,940	10161,91	21,275	452,620	9636,40
		3519,544	64055,54		3509,141	63669,6[illegible]
Moitié des extrêm.		234,470	5080,95	....	226,310	4818,20[illegible]

(*) $\int y^2 dx =$ | 3285,074 | 58974,59 | $= \int y^3 dx$ $\int z^2 dx =$ | 3282,831 | 58851,41 | $= \int z^3 dx$

(*) Facteur 0,44583 omis.

On a employé dans les calculs pages 334, 335 & 336, pour les valeurs de $\int yy\,dx$, $\int y^3 dx$; $\int zz\,dx$, $\int z^3 dx$, ces quantités 3285,074 ... 58974,59 ... 3282,831 ... 58851,41, où est omis cependant le facteur 0,44583, parce que ce facteur est compris dans les coefficiens composés de constantes.

2.

Relevé des Projections de S'. 32, & de la Distance de leur Centre de Gravité au Plan longitudinal p[illegible]u Déplacement & de son Centre de gravité.

	FLOTTAISON S[illegible]ON.			TROISIÈME FLOTTAISON.			
			[illegible]ce au [illegible] longitudinal:			Distance au Plan vertical longitudinal:	
Couples.	Projection.	Demi-Projection.	de [illegible] son Centre de Gravité.	Projection.	Demi-Projection.	de l'Extrémité de la Projection.	de son Centre de Gravité.
8	3,45	× ½ = 1,72	+ 7,50				
7	5,43	2,71	6,96	0,85	× ½ = 0,42	+ 6,63	= 7,05
6	7,37	3,68	6,43	2,87	1,43	5,21	6,64
[illegible]	[illegible]	[illegible]					
1	4,76	2,38	5,47	2,78	1,39	4,06	5,45
Maître.	4,91	2,45	5,42	3,05	1,52	3,87	5,39
Maître.	4,89	2,44	5,46	2,94	1,47	3,93	5,40
1	4,76	2,38	5,51	2,67	1,33	4,12	5,45
2	4,42	2,21	5,65	1,93	0,96	4,68	5,64
3	3,83	1,91	5,91	0,00			
4	2,66	1,33	6,28				
5			2,17	15,54			
0,68	42,00		1,93				
2,66			4,10 × ½ = 2,05				
3,34 × ½ = 1,67				13,49			
	40,33						

J 13.

CALCULS des Sections d'les Extrémités, tendant toujours à la détermination ntre de Gravité.

rties.

ARR	AVANT.					
Première section : en arrière du 8. Celle-ci divisée en triangles.	ière section : en avant du 6.....		½	bases. × 6,82	hauteurs. × 2,18	surfaces. = 9,9117
		77,70				
		77,70			=	5,731
	175,61	56,63				
		41,28				
	455,80	455,80				
	× ½ ×	0,833				
	=	42,187				
	4 = 625,31					

Pl. 32, & 103, *Pl.* 37) & au 8 *Arrière.*

TROISIÈME FLOTTAISON.

Couples.	PRO C	8 Arrière. Momens.	Projections aux couples.	Par rapport à Q X. Distances	Par rapport à Q X. Momens.	Par rapport au 8 Arrière. Distances.	Par rapport au 8 Arrière. Momens.
8	....	0,26					
7	....	3,52	.... 0,85 ×	7,05 =	 5,9925		
6	....	10,00	 2,87	6,64	 19,057	× 1/6 =	0,14
5	....	18,54	 4,25	6,20	 26,350	1	2,87
4	....	27,60	 5,14	5,84	 30,018	2	8,50
3	....	36,75	 5,72	5,69	 32,547	3	15,42
2	....	44,82	 6,08	5,56	 33,805	4	22,88
1	....	53,27	 6,30	5,48	 34,524	5	30,40
Maître.	....	61,12	 6,41	5,45	 34,934	6	37,80
Maître.	....	69,03	 6,38	5,44	 34,707	7	44,87
1	....	76,70	 6,32	5,48	 34,634	8	51,04
2	....	83,60	 6,12	5,54	 33,905	9	56,88
3	....	89,40	 5,84	5,66	 33,054	10	61,20
4	....	92,04	 5,22	5,92	 30,902	11	64,24
5	....	87,22	 4,03	6,31	 25,429	12	62,64
6	....	28,67				13/6	25,52
7							
	Extrêmes	782,54	71,53		409,8585		$2,64 \times \left(\frac{484,40}{69,09} + 1\right)$
ÆR	3,45		0,85		5,992		
Æ	6,82	98,11	4,03		25,429		
	10,27		4,88 × ½ = 2,44		31,421 × ½ = 15,710		
			69,09		394,148		

SIXIÈME FLOTTAISON.

Couples.		Momens.	Projections aux couples.	Distances	Momens.	Distances.	Momens.
5	....						
4	....	0,14					
3	....	2,74					
2	....	7,12					
1	....	11,94	.... 2,17 ×	5,60 =	.... 12,152 ×	1/6 =	0,36
Maître.	....	16,60	 2,78	5,45	 15,151	1	2,78
Maître.	....	20,60	 3,05	5,39	 16,440	2	6,10
1	....	23,46	 2,94	5,40	 15,876	3	8,82
2	....	24,36	 2,67	5,45	 14,551	4	10,68
3	....	21,12	 1,93	5,64	 10,885	14/6	4,50
4	....	2,60	15,54		85,055		
	0,68	$\frac{130,68}{29,31} + 4)$	2,17		12,152		$2,64 \times \left(\frac{33,24}{13,49} + 6\right)$
	2,66		1,93		10,885		
	3,34 ×		4,10 × ½ = 2,05		23,037 × ½ = 11,518		
			13,49		73,537		

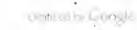

Digitized by Google

TABLEAU X.

RÉPARTITION du Gréement de la Frégate, d'après M. LESCALIER.

	ton.		ton.
Du Mât de Pavillon..............	12, ci........		12
d'Artimon...............	1398, ci.	1398	} 2439
Chaînes de Haubans 2430,3 ton. $\times \frac{3}{7}$. =		1041	}
de Perroquet de Fougue.....	566 ci.......		566
Grand Mât....................	7926, ci.	7926	} 11488
Chaînes de Haubans 8312 $\times \frac{3}{7}$...... =		3562	}
Grand Mât de Hune.............	3934, ci........		3934
Grand Perroquet................	773, ci........		773
Mât de Misaine................	5627, ci.	5627	} 8683
Chaînes de Haubans 7132 $\times \frac{3}{7}$..... =		3056	}
Petit Mât de Hune..............	3346, ci........		3346
Petit Perroquet.................	643, ci........		643
Beaupré.......................	852, ci........		852
Foçs, Voiles d'Etai, Bonnettes.....	2034, ci........		2034
			34770
Cables, Manœuvres de combats de rechange, &c.............	67939, ci.......		67939
	95050½ }		102709
Chaînes de Haubans.............	7659 }		



TABLEAU XI.

Calcul du Déplacement de la Frégate en exemple.

COUPLES.	RELEVÉ DES ORDONNÉES DES PLANS DE FLOTTAISON. PREMIER OU SUPÉRIEUR.	SECOND.	TROISIÈME.	QUATRIÈME.	CINQUIÈME.
F. 8	0 3 0	0 3 0	0 3 0	0 3 0	0 3 0
7	11 6 9	6 6 4	3 0 3	1 6 6	0 6 6
6	13 9 9	10 6 6	6 5 6	3 1 3	1 0 6
5	15 1 6	13 1 0	9 6 6	4 11 3	1 6 0
4	16 1 0	14 8 3	11 11 0	6 11 8	2 0 6
3	16 7 6	15 7 6	13 5 3	8 11 8	2 7 6
2	17 0 0	16 2 3	14 4 0	10 6 8	3 0 3
1	17 1 6	16 5 9	14 10 9	11 7 6	3 3 0
maître.	17 2 6	16 7 9	15 1 3	12 0 6	3 4 4
maître.	17 2 6	16 7 9	15 2 10	11 10 9	3 4 4
1	17 1 9	16 6 6	14 12 9	11 1 6	3 0 9
2	16 11 3	16 1 6	14 2 6	9 11 9	2 8 0
3	16 6 0	15 4 3	12 11 6	8 3 3	2 1 3
4	15 10 0	14 0 9	10 11 3	6 3 0	1 6 3
5	14 4 3	11 10 6	8 2 0	4 1 3	1 0 0
6	10 10 3	7 10 6	4 6 9	2 11 9	0 5 3
F. 7	3 6 6	1 9 0	0 5 6	0 3 0	0 3 0
	237 2 0	210 2 4	170 5 7	113 10 3	32 0 2
Bordages.	8 0 0	5 4 0	4 0 0	4 0 0	4 0 0
	245 1 0	215 6 4	174 5 7	117 10 3	36 0 [illegible]
		215 6 4	174 5 7	117 10 3	
		431 0 8	348 11 2	235 8 6	
Ordonnées extrêmes.	0 3 0 / 3 6 6	0 3 0 / 1 9 0	0 3 0 / 0 5 6	0 3 0 / 0 3 0	0 3 0 / 0 3 0
	3 9 6 × ½ = 1 10 9	2 0 0	0 8 6	0 6 0	6 0 × ½ = 0 3 0
Plans de flottaison.	Première 24[illegible] 3 3	429 0 8	348 2 8	235 2 6	35 9 2
	Deuxièm. 429 0 8			× 8 1 6 =	290 7 0
	Troisièm. [illegible] 2 8	DISTANCES.		× 1100 =	532 8 10
	Quatriè. 235 2 6	Entre les Couples.	Entre les Plans.	Ci-contre	31534 8 6
	Cinquiè. 35 9 2				32067 5 4 × $\frac{1}{18}$
	(1292 5 3	× 8 1 6	× 3 = 31534 8 6)	=	1145 tonn.

TABLEAU XII.

Calculs du Centre de gravité de Déplacement, & du Métacentre de la Frégate en exemple.

CENTRE DE GRAVITÉ DE DÉPLACEMENT, A 6 PIEDS DE BATTERIE.

1°. *De la principale Partie.*

Premier Plan.	244,2	$\times \frac{1}{6} =$	40,7
Second.	214,5	1	214,5
Troisième.	174	2	348
Quatrième.	117,5	3	352,5
Cinquième.	36	$\frac{(3\times 5)-4}{6}$	66
	786		1021,7

1er. plan. 244
5e. plan. 36
$280 \times \frac{1}{2} = 140$

646

1021,7 × distce. 3 pi = 3065,1

$\times \frac{1}{646} = 4{,}745$ pi.

2°. *Petit Fond.*

$\left(\overset{pi.}{11}\ \overset{po.}{0}\ (\text{Tableau XI}) \times \frac{1}{3} + 12\right) = \overset{pi.}{12{,}611}$

DISTANCE DU MÉTACENTRE, AU CENTRE DE GRAVITÉ DE CARÈNE. A 6 PIEDS 2 POUCES 9 LIGNES DE BATTERIE.

Couples.	Ordonnées. pi.	po.	li.	Id. avec 6 po. de bordage. pi.	po.	li.	Idem avec décimales.	Cubes des Ordonnées.
F. 8.	0	3	0	0	9	0	0,75	0,422
7	11	4	0	11	10	0	11,83	1655,59
6	13	7	0	14	1	0	14,08	2791,31
5	15	0	0	15	6	0	15,50	3723,87
4	15	11	0	16	5	0	16,42	4427,10
3	16	7	0	17	1	0	17,08	4982,69
2	16	11	6	17	5	0	17,46	5322,71
1	17	1	0	17	7	0	17,58	5433,51
maître.	17	2	0	17	8	0	17,67	5517,08
maître.	17	2	0	17	8	0	17,67	5517,08
1	17	0	6	17	6	0	17,62	5470,38
2	16	11	0	17	5	0	17,42	5286,21
3	16	4	0	16	10	0	16,83	4767,08
4	15	8	0	16	2	0	16,17	4227,95
5	14	2	0	14	8	0	14,67	3157,11
6	10	7	0	11	1	0	11,08	1360,25
7	3	4	0	3	10	0	3,83	56,18
								63696,522

Extrêmes. { 0,412
56,180

$56{,}602 \times \frac{1}{2} = 28{,}301$

63668,221

$\times 2 = 127336{,}442$

$\times 8\frac{1}{8} = 1034608{,}591$

$\times \frac{1}{3} \times \frac{1}{31136} = 11{,}076$

$= \frac{1}{3}\frac{\int y^3\, dx}{D}$

TABLEAU XIII.

CALCUL de capacité & du Centre de gravité de la principale partie de la carène.

SOMMES DES ORDONNÉES, TIRÉES DU TABLEAU VII.

	pi.		
Première Section......	198	× $\frac{1}{6}$ =	33
	189,5	.... 1	189,5
Deuxième.............	181	.... 2	362
	170,5	.... 3	511,5
Troisième...........	160	.... 4	640
	144	.... 5	720
	128	.... 6	768
	105,5	.... 7	738,5
	83	.... 8	664
	54	.... 9	486
	25	$\times\frac{1}{6}((3\times 11)-4)$	120,9
	1438,5	....	5233,4
198		.. $\times\frac{1}{1317}$ =	3,973
25			
223 × $\frac{1}{2}$	111,5		
	1317,0		

TABLEAU XIV.

CALCUL de la distance du Métacentre au Centre de gravité de Carène, à 5 pi. 2 po. 9 li. de batterie.

COUPLES.	ORDONNÉES.			*Idem* AVEC 6 PO. DE BORDAGE.			*Idem* AVEC DÉCIMALES.	CUBES DES ORDONNÉES.
	pi.	po.	li.	pi.	po.	li.		
8	0	3	0	0	9	0	0,750	 0,42
7	12	5	0	12	11	0	12,917	 2156,69
6	14	3	0	14	9	0	14,750	 3209,05
5	15	5	0	15	11	0	15,917	 4034,87
4	16	3	0	16	9	0	16,750	 4699,42
3	16	9	0	17	3	0	17,250	 5132,95
2	17	1	0	17	7	0	17,583	 5433,21
1	17	3	0	17	9	0	17,750	 5592,36
maître.	17	3	0	17	9	0	17,750	 5592,36
maître.	17	3	0	17	9	0	17,750	.... 5592.36
1	17	2	0	17	8	0	17,667	 5517,08
2	17	1	0	17	7	0	17,583	 5433,21
3	16	8	0	17	2	0	17,167	 5061,87
4	16	1	0	16	7	0	16,583	 4557,78
5	14	9	0	15	3	0	51,250	 3546,58
6	11	5	0	11	11	0	11,917	 1693,67
7	5	0	0	5	6	0	5,500	 166,37

67420,25

Extrêmes { 0,42
166,37

$166,79 \times \frac{1}{2} = 83,39$

67336,86

$\times\ 2 = 134673,72$

$\times\ 8\frac{1}{8} = 1094223,97$

$\times \frac{1}{3} \times \frac{1}{35501} = 10,391$

DEUXIÈME SECTION.

Rechercher l'aſſiette que prendra un Bâtiment de mer à ſa miſe à l'eau, c'eſt-à-dire ſes tirans d'eau de l'arrière & de l'avant (*).

On ne conſidère, pour avoir l'aſſiette des bâtimens, que leur tirant d'eau de l'avant & de l'arrière, parce que l'on ne compte ſur aucune inclinaiſon relativement à leurs côtés, qui doivent être égaux & ſemblables; nous n'entrons

(*) S'il n'étoit queſtion que de déterminer la différence de tirant d'eau d'un bâtiment armé, on pourroit ſe contenter d'employer la hauteur du métacentre, relativement aux petites inclinaiſons ayant pour axe de mouvement celui ſelon la largeur du bâtiment, & calculée ſur une flottaiſon en charge parallèle à la quille. Souſtrayant la différence de hauteur des centres de gravité de déplacement & de ſyſtème, de la diſtance du premier au métacentre; conſidérant le reſte, qui eſt de plus de 150 pieds dans un vaiſſeau de 74 armé, comme rayon; & la différence de diſtance au faux 8 de ces mêmes centres de gravité de déplacement & de ſyſtème, comme ſinus, leur rapport eſt égal à celui de la longueur du bâtiment & de la différence de tirant d'eau. Mais il n'y auroit pas communément aſſez d'exactitude à employer cette méthode pour avoir la différence de tirant d'eau des bâtimens lèges, parce qu'elle eſt ordinairement trop grande pour qu'on puiſſe conſidérer la poſition du métacentre comme conſtante.

On voit au mot STABILITÉ, pag. 662 du 3e. tom., que la formule pour cette ſorte de recherche du métacentre, au lieu d'être

$$\frac{2\int dxy^3}{3P}, \text{ eſt } \frac{\int dx(y^3+v^3)}{3P},$$

y étant les ordonnées longitudinales de l'arrière, ſi l'on veut; v celles de l'avant; l'axe d'inclinaiſon ou l'abſciſſe paſſant par le centre de gravité de la flottaiſon ſupérieure.

Remarquez que les Notes comprises dans le texte, telles que celle-ci, sont indiquées par des astérisques, au lieu que celles répétées à la fin, le sont par des lettres; quelques-unes cependant de la première Section (fort courtes) l'ont été par (a).

pas non plus dans la considération de l'arc, parce que cela compliqueroit trop le problème sans influer sensiblement sur sa solution : il ne doit donc être question que d'une inclinaison du plan de flottaison à la quille, & de sa hauteur, par rapport au dessous de ladite quille, & il faut commencer par se procurer la moyenne de cette hauteur.

Pour cela, calculez le déplacement à une certaine hauteur de batterie ; construisez-en l'échelle de solidité ; déterminez le poids de la coque & le centre de gravité de système, suivant la méthode donnée pour cet objet.

Pour éclaircir cette instruction, nous l'accompagnerons d'un exemple, en opérant d'après une frégate portant 26 canons de 12 en batterie, sur laquelle nous avons déjà exercé.

Mais pour avoir plus de précision dans les calculs, nous la traçons sur une plus grande échelle, conduite à laquelle nous conseillons de se conformer. Nous employerons donc une échelle de 4,32 li. pour pied, ou 3 centimètres pour mètre (*) qui sont également trois centièmes de celle de ces mesures qu'on adopte ; & il faut tracer ces deux échelles, parce que plusieurs bases des calculs étant anciennes, sont présentées en anciennes mesures.

(*) Les gravures n'ont pu se faire sur une aussi grande échelle, mais bien les originaux, sur lesquels ont été prises les mesures employées dans les calculs.

Le déplacement doit ſe calculer pour ſix pieds de batterie ; ainſi :

	pi.	po.	li.
Creux de la frégate, ſuivant le devis...	17	10	6
Hauteur de quille....................	1	2	0
Epaiſſeur du bordage du pont.........	0	2	9
Hauteur des ſeuillets pour le 12........	1	6	0
Diſtance verticale du ſeuillet au milieu, au plan horizontal paſſant par le deſſous de la quille........................	20	9	3
A ſouſtraire pour la hauteur de la batterie..............................	6	0	0
Tirant d'eau moyen...............	14	9	3
Hauteur de la quille .... (pi. 1 po. 2 li. 0) } A ſouſtraire pour la râblure (pi. 0 po. 2 li. 9) }		11	3
Hauteur de la carène à calculer, y compris la râblure pour l'épaiſſeur du gabord....	13	10	0
Diviſant en ſix tranches de hauteur égale, chacune aura..........................	2	3	8
ou bien..............mètres			0,749

D'après un plan vertical-latitudinal hors bordages
PL. XXXII. (*fig.* 96), avec de faux couples 7 avant, 8 arrière, à la diſtance conſtante, comme il faut le faire, & le tracé
PL. XXXIII. ſur le plan vertical longitudinal (*fig.* 97) des projections des plans horizontaux comprenant les tranches, faites parallèlement à la quille, on a calculé le déplacement total

total, & ensuite par tranches, comme on le voit dans le Tableau n°. 7 (*).

On y voit que les quatre premières tranches déplacent 592 tonneaux ; c'est à-peu près ce qu'a déplacé cette frégate à sa mise à l'eau, suivant le compte qu'en a rendu l'ingénieur qui l'a construite; mais il est à remarquer qu'elle pèse 40 ou 50 tonneaux de plus que les frégates de ce rang, apparemment parce qu'on a forcé sur l'échantillon.

D'après le calcul par tranche, on a construit l'échelle de solidité (*fig.* 98); mais elle est inutile pour notre objet actuel, le déplacement lège se trouvant sensiblement sur une division. Pl. XXXIV.

On trouve la solidité de carcasse dans la recherche qui en a été faite en même temps que du centre de gravité de système ; le calcul en est présenté en six Tableaux, un à six, & il a été fait conformément à ce qui est enseigné dans la Section précédente. On trouvera quelque changement dans le n°. 1, concernant l'épaisseur du bordage de ponit qui n'est porté qu'à 0,075 mèt., au lieu de 0,081, parce qu'effectivement il n'est porté dans le devis qu'à 2 po. 9 li., ou 0,075 mètres, au lieu de 3 po. ou 0,081. Cela influe un peu sur le Tableau n°. 2.

La solidité de carcasse a été déterminée dans le Tableau n°. 4; elle est de 175,726 mètres pour un côté, qui, multiplié par 29,174 pi. cubes que contient un mètre cube, donnent 5126,63 pi. cubes.

Mais au lieu de multiplier cette quantité par 80, pour avoir des livres, comme il faut le faire pour les

(*) Il faut faire attention aux numéros de Tableaux en chiffres arabes ou chiffres romains; ces derniers appartiennent à la Section précédente.

bâtimens où l'on s'est conformé aux échantillons, il faudra multiplier par 88, vu que cette frégate pèse près d'un dixième en sus plus que les autres. Nous augmenterons moins le facteur pour les ponts, parce qu'il n'y a pas apparence que l'ouvrier se soit autant écarté des dimensions données dans ces parties à découvert, & où la vérification est facile.

Ce n'est pas peut-être un des moindres avantages, de se livrer enfin à calculer les bâtimens, que de retenir, à l'égard des négligences qui produisent des écarts pareils.

5126,63 × 88 = 451143,44 liv., & pour les deux côtés 451,143 tonneaux, poids de la carcasse.

Sur un plan vertical-latitudinal intérieur ou en-dedans du vaigre (*fig.* 99), on a relevé les ordonnées des faux-pont, pont & gaillards; on a enfin le tracé (*fig.* 100.) ayant eu soin de déterminer les épaisseurs de charpente aux extrémités sur ce plan vertical-longitudinal (*fig.* 97), pour se procurer les extrémités de ces ponts.

PL. XXXV.
PL. XXXVI.
PL. XXXIII.

Le calcul de surface de ces ponts est exécuté dans le Tableau n°. 8.

Ayant pour épaisseur de bordage & hauteur de baux:

	Bordages. po.		mèt.	Baux. po.		mèt.
Faux-pont..........	2 $\frac{1}{2}$	ou	0,068	9	ou	0,244
Pont..............	2 $\frac{3}{4}$		0,074	9		0,244
Gaillard...........	2		0,054	6		0,162,

on aura pour les $\frac{1}{9}$ de hauteur des baux joints à l'épaisseur de bordages (p. 243, l. 7),

Pour le Faux-pont.................... 0,122 mèt.
Pour le Pont......................... 0,128
Pour les Gaillards.................... 0,090

Ce ſont ces quantités que l'on emploie comme multiplicateur des ſurfaces des ponts, ſavoir, 187,0545 faux-pont, 206,322 pont, 186,7562 gaillards, (Tableau 8), pour avoir la ſolidité des ponts en mètres.

On multipliera par 29,174, pour avoir des pieds; & au lieu de multiplier par 70, pour avoir des livres, vu l'excédant de peſanteur de cette frégate-ci, on multipliera par 72, ce qui donnera pour les

			ton.
Faux-pont....	47935	pour les deux côtés	47,935
Pont........	55472	....	55,472
Gaillards.....	35326	....	35,326
			138,733
Poids de la carcaſſe trouvé ci-deſſus......			451,143
			589,876

Ce poids eſt conforme au compte qu'en a rendu le conſtructeur; ainſi on peut légitimement employer, nous le répétons, les quatre tranches donnant 592 tonneaux.

La hauteur des quatre tranches

= 0749 (p. 322, l. 17) × 4 = 2996 mèt.

Hauteur de la quille, & non compris la râblure

11 po. 9 li., ou 0,305

Tirant d'eau moyen de la frégate lège....3,301

La difficulté, maintenant, conſiſte à en trouver la différence de l'arrière à l'avant.

Cependant cette détermination eſt indiſpenſable pour un bâtiment d'une nouvelle conſtruction, dans le cas où l'on feroit chicané à ſa miſe à la mer, par la profondeur d'eau, telle qu'il pourroit s'en trouver aſſez pour une

petite différence, & cependant en manquer pour une grande. On a vu un cutter anglais qui tiroit 5 pi. d'eau avant, 14 pi. arrière.

Le principe physique sur lequel on établit le calcul, est que les centres de gravité de système & de déplacement doivent être dans la même verticale; ainsi c'est la ligne d'eau qui détermine le déplacement remplissant cette condition qu'il faut rechercher.

Le calcul qui a donné la solidité de la coque, en procure en même temps la position du centre de gravité de système, savoir:

	mèt.
Distance aux plans passant par le dessous de la quille (Voy. Tableaux 4 & 8) (*).........	4,4644

(*) Le Tableau 8 donne la solidité des ponts en mètres, & prépare à la détermination de leur centre de gravité.

La distance horizontale de ce centre de gravité, par rapport au 8 arrière, se détermine par trois momens: celui de la principale partie & ceux des petites parties de l'avant & de l'arrière.

Pour la principale partie du faux-pont, vous avez (Méc. 299), la somme des momens 570,218 à diviser par 70,69, & à en multiplier le quotient par l'intervalle entre les couples 2,64.

$$\frac{570{,}218}{70{,}69} \times 2{,}64 = 21{,}30545$$

&, selon le même principe, pour les autres ponts: pour celui de la batterie 21,08595; pour les gaillards 21,05425.

Le centre de gravité des petites parties de l'avant & de l'arrière se recherche par la méthode concernant le trapèze (Méc 279), dont on se procure la distance par rapport à la grande base, ayant, Tabl. 8, la hauteur desdits trapèzes, ou distances entre les ordonnéés 0,6; 0,8; 1 &c.: ensuite, pour celles de l'avant, on y ajoute la somme des intervalles entre cette ordonnée, prise pour base, & celle au 8 arrière. Quant aux petites parties de l'arrière, on en emploie le moment négativement, parce qu'elles sont sur l'arrière du 8.

Au faux-pont, il n'y a pas de petites parties de l'arrière, & il y a 16 dif-

Par le faux 8 arrière (Voy. Tabl. *6* & *8*)... 20,713

tances entre le 8 arrière & la base de celle de l'avant, qui donne $16 \times 2{,}64 =$ 42,24 à ajouter, comme il est dit ci-dessus.

De tout ceci, & de l'inspection du Tabl. nº. 8, il résulte le développement du calcul ci-après, procurant ces distances horizontales (*a*) *

$$\frac{186{,}626 \times 21{,}30545 + 0{,}4319 \times 42{,}34104}{187{,}0545} = 21{,}34413.$$

$$\frac{-2{,}8528 \times 0{,}3740806 + 202{,}62 \times 21{,}08395 + 0{,}8492 \times 42{,}331568}{206{,}322} = 20{,}8747.$$

$$\frac{-7{,}066 \times 0{,}99851 + 178{,}2792 \times 21{,}05425 + 1{,}411 \times 42{,}325774}{186{,}7562} = 20\ 38072.$$

La distance verticale du centre de gravité, par rapport au-dessous de la quille, se détermine, d'abord pour le pont de la batterie, par le creux auquel on ajoute le bouge du maître bau, l'épaisseur du bordage du pont et la hauteur de la quille (*b*) *; ensuite pour les faux-ponts & gaillards, on soustrait pour le premier, on ajoute pour les autres, la hauteur au milieu des entre-ponts qu'ils comprennent, à la distance trouvée pour le pont de la batterie.

De ces distances de centre de gravité de ponts, de celle de carcasse, (Tableau 4), il résulte les momens ci-après :

COQUE.	TONNEAUX.	DISTANCES au-dessous DE LA QUILLE.	MOMENS.
Carcasse	451,143	3,87589	1748,60
Pont	55,472	6,529	362,18
Faux-Pont.....	47,935	4,815	230,81
Gaillards......	35,326	8,464	291,94
	589,876	Distances au 8.	2633,53
Carcasse	451,143	20,65314	9517,40
Pont	55,472	20,87470	1158,00
Faux Pont.....	47,935	21,34413	1023,10
Gaillards......	35,426	20,38072	71 ,97
			12218,47

D'où $\frac{2633{,}53}{589{,}876} = 4{,}4644$ & $\frac{12218{,}47}{589{,}876} = 20{,}713$

Voyez (*a*) * & *b* * aux corrections, &c. à la suite de la préface.

Maintenant il faut calculer d'abord le centre de gravité des quatre tranches produisant le déplacement (la frégate lège & sans différence); il se trouvera ordinairement, dans une verticale sur l'avant de celle qui passe par le centre de gravité de système.

Calculez ensuite le centre de gravité d'un déplacement égal, mais avec une différence plus grande que celle que l'on peut estimer; il sera dans une verticale sur l'arrière de celle où se trouve le centre de gravité de système.

Pl. XXXI ou XXXVI. Supposons $L\,L'$ (*fig.* 101 ou 101') la flottaison sans différence, le centre de gravité de système en c, celui de déplacement sans différence en c', menez la verticale $C\,\gamma'$, l'horizontale $c'\,\gamma'$; faites le rectangle $C\,C'\,c'\,\gamma'$. Pour que la frégate pût demeurer à ce déplacement, il faudroit faire mouvoir des parties de son système, de manière que son centre de gravité parvînt en C' (*).

Supposons $l\,l'$ la flottaison à une différence trop grande, faites une construction analogue; pour contenir la frégate dans ce nouveau déplacement, il faudroit faire mouvoir des poids de manière que le centre de gravité de système parvînt en C''.

Opérant graduellement le passage du premier de ces déplacemens au second, il se fera, par le mouvement des poids, un mouvement du centre de gravité de sys-

(*) Ce mouvement seroit possible, les emménagemens n'étant pas en place, les bois travaillés & les fers étant à bord : on pourroit les transporter sur l'avant, autant qu'il seroit nécessaire, avec l'attention de ne pas exhausser ces poids.

tème ſelon $C' C C''$, ou ſelon une courbe qui, très-alongée, ſe confond avec ces deux droites. Appelant x le centre de gravité de carène cherché, il ſe fera en même temps un mouvement des centres de gravité de carène ſelon $c' x c$, ou ſelon $c' \gamma' x \gamma c$; vu encore que les droites $c' \gamma'$, $c \gamma$ ſe confondent avec la courbe.

Les degrés de mouvement ſelon $C' C C''$ feront à ceux ſelon $c' \gamma' x \gamma c$ dans le rapport de ces deux lignes; ainſi, pour le centre de gravité de ſyſtème C, celui de déplacement étant parvenu en x (de même que le point γ' qui n'eſt plus un angle, parce que les $\gamma' c'$ ſe ſont évanouis), on aura :

$$C' C C'' : c' \gamma' x \gamma c :: C' C : c' x, \text{ ou bien}$$

$$C C' + C C'' : C C' + C C'' + \gamma' x + x \gamma ::$$
$$C' C : C' C + \gamma' x \text{ ou bien (Arith. n}^{\circ}\text{. 184)},$$

$$C' C + C C'' : C C' + C C'' + \gamma' x + x \gamma - C C' -$$

$$C C'' :: C c' : C' C + \gamma' x - C C', \text{ ou enfin}$$

$$C' c' + C C'' : C' C :: \gamma' x + x \gamma' : \gamma' x.$$

Ainſi il faut partager $\gamma \gamma'$ pour avoir ſon point de diviſion x dans le rapport de $C c' + C C''$ à $c C$: & on aura la partie $\gamma' x$; $C C''$ donneroit ſa partie γx.

La petite ligne $\gamma \gamma'$ eſt à $C \gamma$ ou $C \gamma'$ (ſenſiblement égales), comme la différence ſuppoſée de tirant d'eau eſt à la longueur des plans de flottaiſon.

Revenons-en donc au calcul du centre de gravité pour les deux déplacemens.

Celui du déplacement ſans différence, eſt exécuté

dans le Tabl. n°. 9; son centre de gravité s'y trouve être à la distance :

	mt.
Du faux 8 arrière de................	22,121
De la flottaison supérieure de.........	1,0391
Du dessous de la quille de............	2,2619
Tirant d'eau moyen........	3,3010

(Pag. 325, lig. 21).

Pour celui d'une différence de tirant d'eau, par exemple, de 1, 2 mètres, plus grande que celle que l'on peut estimer, il faut tirer une ligne d'eau à cette différence : rien ne détermine sa position en hauteur ou sa rencontre avec la flottaison sans différence ; mais nous y reviendrons, comme on le verra, par une fausse position.

PL. XXXI. Nous ferons donc passer, en attendant, cette flottaison en différence par le milieu *m* (*fig.* 101) de la longueur de celle sans différence; au moyen de quoi les triangles projetés $L\,m\,l$, $L'\,m\,l'$ (section des onglets d'immersion & d'émersion) seront sensiblement égaux; mais non pas la solidité de ces onglets : il faut la déterminer. Quant aux centres de gravité, on ne s'en occupera que quand on les aura réduits à l'égalité.

Vous pouvez vous guider pour votre calcul, d'après la théorie du n°. 107 de la Mécanique de Bezout ; cependant il n'est question dans notre cas, ni d'onglets cylindriques, ni même d'onglets de prisme.

On applanit cette dernière difficulté, en menant une ligne d'eau λ ι pour la moitié de la différence; cette flottaison sera d'une surface moyenne à l'égard des deux autres;

autres ; en l'employant, vous pourrez confidérer les onglets comme appartenant à des prifmes ayant pour bafe la partie de la flottaifon qui les comprend, & pour hauteur, chaque, la demi-différence.

La flottaifon aura de longueur :

	mt.
En arrière du faux 8 arrière, y compris le bordage	0,27
Du faux 8 arrière au faux 7 avant, 16 diftances de 2,64	42,24
En avant du faux 7 avant, y compris auffi le bordage	0,42
	42,93
dont la moitié eft de	21,465
Du point du milieu que donne cette quantité	21,465
vous aurez, vers l'arrière :	
La petite partie arrière	0,270
8 diftances à 2,64	2,120
Conftante en avant du maître arrière	0,075
Vers l'avant	21,465
La petite partie avant	0,42
7 diftancess à 2,64	18,48
Conftante en arrière du maître avant	2,565
	21,465
La plus grande largeur de cette flottaifon eft (pour la moitié) de	5,35
Divifez-la en quatre parties égales de	1,3375

Par ces points de divifion tirez des parallèles indéfinies à l'axe longitudinal (*fig.* 100). PL. XXXVI.

La courbe qui comprend la quatrième partie opposée au grand axe étant d'une courbure moins alongée, il faut pour cela y multiplier les ordonnées; divisez donc la partie de l'abcisse qu'elle comprend en 3 parties égales.............................0,445833, &c.

Menez par les points de division pareillement des parallèles.

Vous releverez ces ordonnées comme suit:

ORDONNÉES LONGITUDINALES.

ARRIÈRE.	Const. vers l'Abscisse.	Distances	Partie vers l'extr.	Ordon
Grand axe.............	0,075	8x2,64	0,27	21,465
Première..............	0,075	7x1,64	0,46	19,015
Deuxième..............	0,075	6x1,64	0,92	16,835
Troisième..............	0,075	5x2,64	0,28	13,555
Première sous-division....	0,075	4x2,64	1,15	11,785
Seconde *idem*...........	0,075	3x2,64	1,00	8,995
Tangente..............	0,000	0x0,00	0,00	0,000
AVANT.				
Grand axe.............	2,565	7x2,64	0,42	21,465
Première..............	2,565	6x2,64	1,06	19,465
Deuxième..............	2,565	5x2,64	1,60	17,365
Troisième..............	2,565	4x2,64	0,86	13,985
Première sous-division.....	2,565	3x2,64	1,61	12,095
Seconde *idem*...........	2,565	2x2,64	1,57	9,415
Tangente..............	0,000	0x,000	0,00	0,000

Maintenant, d'après la théorie indiquée, considérant

la projection des onglets sur le plan vertical-longitudinal (*fig.* 100), qui sont deux triangles égaux & semblables, on verra que ces onglets peuvent être supposés engendrés par une suite de triangles semblables, chacun de ces triangles ayant pour base l'ordonnée $= y$, & pour hauteur généralement $\frac{H}{L} \times y$, faisant $H =$ la demi-différence; $L =$ la demi-longueur : pour notre cas $\frac{0,6}{21,465} \times y$; la surface du triangle élémentaire sera donc $= \frac{0,6}{2 \times 21,465} \times y\,y$; la solidité infiniment petite du prisme $= \frac{0,6}{2 \times 21,465} \times y \times y\,dx$ & l'expression de son intégral $\frac{0,6}{2 \times 21,465} \times \int y\,y\,dx$. Pl. XXXI.

Or, l'intégration nous en est familière; (*Voyez* ce calcul dans le Tableau 10 : vous y avez 13 ordonnées, y compris la tangente *o* & le grand axe, pour 12 distances entre les ordonnées.

On n'a divisé en douzième que le dernier quart où la courbe a plus de courbure, considérant les parties comprises dans les trois autres quarts comme des droites; & d'après cette considération, on a employé deux fois le grand axe, trois fois la première ordonnée, trois fois la seconde & deux fois la troisième; c'est une méthode qu'a dicté la Géométrie élémentaire, considérant les trapèses, & qui peut trouver sa place ailleurs.

Traitant les carrés de ces ordonnées comme des quantités linéaires, on opère pour avoir la solidité des onglets, comme pour avoir une surface. On en multiplie la somme, où il n'entre que la moitié des extrêmes, par

une fraction de constante qui donne tout de suite la quantité en tonneaux.

On voit que la solidité de l'onglet de l'avant a un excédent sur celle de l'arrière, ou que l'immersion est plus considérable que l'émersion de 1,886 tonneaux ; ainsi la frégate déplaceroit moins d'autant.

Pour l'amener à son vrai déplacement sans changer la différence, il faut élever la flottaison à cette différence, sans changer son inclinaison, & de manière que la tranche comprise entre l'une & l'autre donne cette quantité de tonneaux. Cette opération portera la rencontre de cette flottaison exhaussée, avec la flottaison sans différence, vers l'avant d'une quantité qui sera à la hauteur de cette petite tranche, comme la longueur du plan de flottaison est à la différence de tirant d'eau.

Occupons-nous de rechercher cette hauteur.

La somme des ordonnées de la flottaison, en n'y employant que la moitié des extrêmes, est (Tableau n°. 7, 3e. Section), de	64,632 = N.	1,8104476
× La distance entre les ordonnées	2,64 =	0,4216039
× Le nombre de pieds cubes que contient le mètre........	19,174 =	2,4649960
Total en pieds cubes de ce que contiendra un prisme ayant cette flottaison pour base & un mètre de hauteur............		3,6970475

Ci-contre.............			3,6970475
Diviseur pour avoir des tonneaux.....................	28	=	1,4471580
Tonneaux pour un côté.....	177,78	=	2,2498895
Pour l'autre côté..........	177,78		
	355,56.		

Maintenant, faites la proportion suivante:

$355,56 : 1$ mètre $:: 1,886 : \frac{1,886}{355,56} = 0,0053043$, suivant le calcul ci-après :

$$\text{Log. } 1,886 = 0,2755417$$
$$355,56 = 2,5509129$$
$$0,0053043 = \bar{3},7246288.$$

Il faut donc, pour projeter la nouvelle flottaison sur le plan vertical-longitudinal, tirer à celle passant par le milieu de la flottaison sans différence, une parallèle à cette distance de 0,0053043 mt., & elle la coupera sur l'avant de ce point du milieu, d'une quantité qui sera donnée par cette proportion

$$0,6 : 21,465 :: 0,0053043 :$$
$$\frac{21,465 \times 0,0053043}{0,6} = 0,18976 \text{ ou } 0,19, \text{ suivant}$$

le calcul ci-après :

$$\text{Log.....} \quad 21,465 = 1,33317309$$
$$0,0053043 = \bar{3},7246288$$
$$\bar{1},0563597$$
$$0,6 = \bar{1},7781513$$
$$0,18916 = \bar{1},2782084.$$

Ce sera donc de 0,18976 ou 0,19 qu'il faudra alonger les ordonnées de l'arrière, raccourcissant d'autant les ordonnées de l'avant, & d'après cela dresser le Tableau 11.

Il faudra augmenter aussi la hauteur de l'onglet de l'arrière.....0,6 De la petite hauteur de la tranche........................0,0053043	0,6053043
& soustraire de cette même hauteur........................0,6 pour avoir celle de celui de l'avant. 0,0053043	0,5946957
	1,2000000.

L'expression de l'intégral ne différera de celle que nous avons donnée plus haut, qu'en ce que pour l'arrière

$$H = 0,6053043,\ L = 21,465 + 0,19 = 21,655\ ;$$

pour l'avant,

$$H = 0,5946957,\ L = 21,465 - 0,19 = 21,275.$$

Ayant fait les nouvelles ordonnées, provenant des précédentes augmentées de 0,19 pour l'arrière $= y$, diminuées de cette quantité pour l'avant $= Z$, on aura pour la solidité des onglets en tonneaux,

Pour l'arrière,

$$\frac{\frac{1}{2} \times 0,6053043 \times 0,445833\ \&c. \times 29,174}{21,655 \times 28} \times \int yy\,dx\ ;$$

Pour l'avant,

$$\frac{\frac{1}{2} \times 0,5946957 \times 0,445833\ \&c. \times 29,174}{21,275 \times 28} \times \int zz\,dx.$$

On voit dans le Tableau n°. 11, que

$\int yy\,dx = 3285,074$ & $\int zz\,dx = 3282,831$, ainsi :

Calculs des expreſſions ci-deſſus.

ARRIÈRE.	AVANT.
Logarithme $\frac{1}{2}$ × 0,6053043	$\frac{1}{2}$ × 0,5946957
= 0,3026521 = $\bar{1}$,4809407	0,2973478 = $\bar{1}$,4732679
0,44583 = $\bar{1}$,6491693	0,44583 = $\bar{1}$,6491693
29,174 = 1,4649960	29174 = 1,4649960
0,5951060	0,5874332
21,655 = 1,3355582	21,275 = 1,3271696
$\bar{1}$,2595478	$\bar{1}$,2595636
28 = 1,4471580	28 = 1,4471580
$\bar{3}$,8123898	$\bar{3}$,8124056
3285,074 = 3,5165486	3282,831 = 3,5162444
21,327 = 1,3289384	21,314 = 1,3286500
21,327 pour l'autre côté.	21,314
42,654 pour tribord & basbord. .	42,628

Réſultats auſſi égaux qu'on peut l'eſpérer ; la différence n'eſt que de 52 livres : prenons 42,64.

Les onglets ainſi amenés à l'égalité, il en faut rechercher les centres de gravité qui nous conduiront à avoir celui de la carène en différence de tirant d'eau de 1,2 ^{mt}.

Les élémens de ces onglets étant triangulaires, leurs centres de gravité, ſelon leur plus grande longueur, ſont à la diſtance de leur ſommet, ou de la ligne de rencontre des plans ſans différence & avec différence, des deux tiers de cette longueur, c'eſt-à-dire $= \frac{2}{3}\ y$ pour l'arrière ; $\frac{2}{3}\ z$ pour l'avant : & l'expreſſion de l'in-

tégration deviendra $\frac{2}{3}\int y^3\,dx$ & $\frac{2}{3}\int z^3\,dx$, ayant toujours les mêmes facteurs constans chacune à chacune.

Continuant de traiter les puissances des ordonnées comme des quantités linéaires, on aura, comme on peut le voir au Tableau n°. 11.

$$\int y^3\,dx = 58974{,}59 \;\&\; \int z^3\,dx = 58851{,}41.$$

Opérons en prenant les logarithmes des facteurs constans de l'autre part.

ARRIÈRE.		AVANT.	
	$\bar{3}{,}8123898$		$\bar{3}{,}8124056$
Log. 58974,59 =	4,7706679	58851,41 =	4,7697538
	2,5830577		2,5821594
Divisés par la solidité.		Divisés par la solidité.	
− 21,327 =	1,3289384	− 21,314 =	1,3286500
17,952 =	1,2541193	17,927 =	1,2535094
× 2		× 2	
35,904		35,854	
× $\frac{1}{3}$		× $\frac{1}{3}$	
11,968		11,951.	

La distance du centre de gravité de ces onglets à un plan vertical passant par la ligne de rencontre est donc :

Pour celui de l'arrière 11,968

Pour celui de l'avant 11,951

Afin de le rapporter au plan passant par le faux 8 arrière : pour l'arrière, il faut soustraire de la partie du grand axe arrière 21,655, cette quantité 11,968 & la petite partie arrière du 8 que nous avons trouvé (*pag.* 329, *lig.*

lig. 7), être de 0,27; ainsi vous aurez cette distance

$$= 21{,}655 - 11{,}968 - 0{,}27 = 9{,}417^{\text{mt.}}$$

pour l'avant, il faut également soustraire de 21,655 la petite partie 0,27, ensuite ajouter au reste 11,951; ainsi vous aurez la distance cherchée

$$= 21{,}655 - 0{,}27 + 11{,}951 = 33{,}336.$$

Quant à la hauteur de ces centres de gravité d'onglets, il faut considérer qu'ils se trouveront dans des verticales comprises entre les grands côtés de leur projection sur le plan vertical-longitudinal, à une distance de la rencontre des flottaisons: pour l'arrière de 11,968, pour l'avant de 11,951, & au milieu de ces petites verticales; & leur longueur sera à ces distances respectives, comme la longueur de la flottaison à la différence de tirant d'eau, ou comme leur moitié; ainsi, pour l'arrière, on a:

$$\frac{0{,}6}{21{,}465} \times \tfrac{1}{2} \times 11{,}968 = 0{,}16727;$$

quantité à ajouter au tirant d'eau moyen 3,301 (*pag.* 328, *lig.* 6); pour l'avant:

$$\frac{0{,}6}{21{,}465} \times \tfrac{1}{2} \times 11{,}951 = 0{,}16702;$$

quantité à soustraire du tirant d'eau moyen. . 3,301.

OPÉRATIONS:

$$\text{Log. } 0{,}6 = \bar{1}{,}7781513$$
$$21{,}465 = \underline{1{,}3317309}$$
$$\bar{2}{,}4464204$$

$$\tfrac{1}{2} \times 11{,}968 = 5{,}984; \quad \tfrac{1}{2} \times 11{,}951 = 5{,}975$$

$$\text{Logarithme}\ldots \frac{0{,}6}{21{,}465} = \bar{2}{,}4464204 \quad \text{Log. } \frac{0{,}6}{21{,}465} = \bar{2}{,}4464204$$
$$5{,}984 = \underline{0{,}7769916} \qquad 5{,}975 = \underline{0{,}7763379}$$
$$0{,}16727 = \bar{1}{,}2234120 \qquad 0{,}16702 = \bar{1}{,}2227853$$

Ainsi la distance du centre de gravité des onglets à un

plan horizontal passant par le dessous de la quille, sera :

Pour l'arrière $= 3{,}301 + 0{,}16727 = 3{,}46827$;

Pour l'avant $= 3{,}301 - 0{,}16702 = 3{,}13398$:

Elle sera, à l'égard du faux 8 arrière, comme on le voit (*page* 339, *lig.* 6 & 8) :

Pour l'arrière de................ 9,417 mt.

Pour l'avant de................ 33,336.

La distance du centre de gravité de système, comme on le voit (*page* 326, *lig.* 12 ; *page* 327, *lig.* 1), est,

Relativement au dessous de la quille. 4,4644 ;

Relativement au faux 8 arrière de.... 20,713.

La distance du centre de gravité de carène sans différence, comme on le voit (*page* 330, *lig.* 3 & 5, est,

Relativement au dessous de la quille... 2,2619;

Relativement au faux arrière........ 22,1210.

Le poids de la carène (*page* 323, *lig.* 2),
est de.............................. 592 tx.

Celui des onglets (*pag.* 337, *lig.* 17), de. . 42,64.

Donc la distance du centre de gravité en différence de tirant d'eau de 1,2 mt., sera, à l'égard du dessous de la quille,

$$= \frac{42{,}64 \times 3{,}46827 + 592 \times 2{,}2619 - 42{,}64 \times 3{,}13398}{592}$$

$$= \frac{42{,}64 \times (3{,}46827 - 3{,}13398)}{592} + \frac{592 \times 2{,}2619}{592}$$

$$\times\, 2{,}2619 + \frac{42{,}64 \times 0{,}33429}{592} = 2{,}285978$$

Opérations..........
$$\left\{\begin{array}{lcl} \text{Log. } 42{,}64 & = & 1{,}6298172 \\ 0{,}33429 & = & \underline{\bar{1}{,}5241234} \\ & & 1{,}1539406 \\ 592 & = & \underline{2{,}7723217} \\ 0{,}024078 & = & \bar{2}{,}3816189 \\ \underline{2{,}261900} & = & \\ 2{,}285978 & & \end{array}\right.$$

Cette distance du centre de gravité de carène en différence, sera, à l'égard du faux 8 arrière =

$$\frac{42,64 \times 9,417 + 592 \times 22,121 - 42,64 \times 33,336}{592} =$$

$$\frac{42,64 \times (9,417 - 33,336)}{592} + \frac{592 \times 22,121}{592} =$$

$$22,121 - \frac{42,64 \times 23,919}{592} = 20,3982.$$

Opérations .... Log. 42,64 = 1,6298172
23,919 = 1,3787430
3,0085602
592 = 2,7723217
1,7228 = 0,2362385
22,121
1,7228
20,3982.

De ce centre de gravité, ainsi déterminé sur le plan vertical-longitudinal en *c* (*fig.* 101, 101'), imaginez une parallèle à la quille qui se termine à la perpendiculaire abaïssée du centre de gravité de système sur cette même quille; la parallèle sera la base & la partie de la perpendiculaire comprise entre le centre de gravité de système, & le point de rencontre de ces deux lignes sera la hauteur d'un triangle rectangle. Pl. XXXI & XXXVI.

Cette base s'exprimera par la différence des distances au faux 8 arrière du centre de gravité de système 20,713 (*page* 340, *lig.* 11), & du centre de gravité de carène en différence 20,3982 ci-dessus,

$$20,713 - 20,3982 = 0,3148.$$

L'expression de la hauteur sera la différence des distances au-dessous de la quille du centre de gravité de

ſyſtème 4,464 (*pag.* 338, *lig.* 10), au centre de gravité de carène en différence 2,285978 (*pag.* 338, *lig.* 23),

$$4{,}4644 - 2{,}285978 = 2{,}178422.$$

Ce triangle n'eſt pas celui dont la conſtruction doit être analogue à celui que donneroit le rectangle $CC'\gamma'c'$ (*fig.* 101, 101'), c'eſt-à-dire $C\gamma'c'$. Pour l'analogie, il faut que la baſe de celui-ci (du triangle analogue à $C\gamma'c'$) ſoit parallèle, & ſa hauteur perpendiculaire à la flottaiſon en différence; on voit que pour avoir le triangle $C\gamma c$, qui remplit cette condition, il faut diminuer l'angle du triangle dont nous venons de déterminer les dimenſions, au centre de gravité de ſyſtème, de l'angle que forment entr'elles les flottaiſons avec & ſans différence, & augmenter d'autant celui de la baſe.

Pl. XXXI & XXXVI.

Recherchons ces angles par les tables de ſinus.

Pour avoir celui du premier triangle au centre de gravité, faites cette proportion :

(r) 2,178422 : (t) 0,3148 :: (R) N 10 : N 9,1598971 = Tangente de 8° 13′ 20″ :

OPÉRATIONS..........	Log.	0,348 =	$\bar{1}$,4980347
			10
			9,4980347
		2,178422 =	0,3381376
	T 8°. 13′ 20″ =		9,1598971

Pour avoir l'angle que forment entr'elles les flottaiſons, prenez leur longueur pour rayon & leur différence pour tangente, ou la moitié de ces quantités, & faites cette proportion :

(r) 21,465 : (t) 0,6 :: (R) N 10 : N 8,4464204 = Tangente 1° 36′ 4″ :

OPÉRATIONS.......... {
Log. 0,6 = $\bar{1}$,7781513
10
9,7781513
21,465 = 1,3317309
T 1° 36′ 4″ = 8,4464204

Donc l'angle au centre de gravité du triangle cherché, sera = 8° 13′ 20″ − 1° 36′ 4″ = 6° 37′ 16″.

Comme son hypothénuse est la même que celle du triangle, dont 2,178422 & 0,3148 sont les deux autres côtés, elle sera

$$= \sqrt{(2{,}178422)^2 + (0{,}3148)^2} = 2{,}2016 :$$

OPÉRATIONS. {
Log. 2,178422 = 0,3381376 — Log. 0,3148 = $\bar{1}$,4980347
2 — 2
4,7474000 = 0,6762752 — 0,099099 = $\bar{2}$,9960694
0,0996099
4,8470099 = 0,6854730
$\times \frac{1}{2}$ = 00,3427365 = L 2,2016.

Au moyen de cette hypothénuse 2,216 & de l'angle 6° 37′ 16″, nous aurons les sinus & cosinus, ou les deux autres côtés du triangle par ces proportions.

(R) N 10 : sin 6° 37′ 16″ = N 9,0618412 :: (r) 2,2016 = (N) 0,3427365 : N 1,4045777 = 0,25385 = $c\gamma$ = $C\,C'$.

(R) N 10 : cos. 6° 37′ 16″ = N 9,9970937 :: 2,2016 = N 0,3427365 : N 0,3398302 = 2,1869 = $C\gamma$.

OPÉRATIONS. {
9,9970937
0,3427375
10,3398302
10
0,3398302 = Log. 2,1869 cosinus 6° 37′ 16″.
9,0618412
0,3427365
9,4045777
10
$\bar{1}$,4045777 = Log. 0,25385 sinus 6° 37′ 16″.

Nous avons pour la distance du centre de gravité de carène sans différence au 8 arrière (*page* 328, l. 3) .... mt. 22,121

Pour celle du centre de gravité de système au même 8 arrière, (*pag.* 325, *lig.* 31) 20,713

Donc $c'\,\gamma'$ (*fig.* 101, 101′) = $C\,C$ = ... 1,408

$c\,\gamma = C\,C'' =$ (*pag.* 341, *lig.* 25) 0,25385

$\gamma\,\gamma'$ (*pag.* 327, *lig.* 22 & *pag.* 339, *lig.* 30 *) =

$$2{,}1869 \times \frac{0{,}6}{21{,}465} = 0{,}061139.$$

Opérations	Log.	0,6 =	$\bar{1}$,7781513
		2,1869 =	0,3398289
			0,1179802
		21,465 =	1,3317309
		0,061139 =	2,7862493

Donc (*pag.* 327, *lig.* 18) $(C\,C + C\,C'')$ 1,408 + 0,25385 : $(C\,C')$ 1,408 : : $(\gamma\,\gamma')$ 0,061139 : $(\gamma'.x)$ $\frac{1{,}408 \times 0061139}{1{,}408 \times 0{,}25385}$ = $\frac{1{,}408 \times 0{,}061139}{1{,}66185}$ = 0,0511674.

Opérations	Log.	1,408 =	0,1486027
		0,061139 =	$\bar{2}$,7862493
			$\bar{2}$,9348520
		1,66185 =	0,2205788
		0,051674 =	$\bar{2}$,7142732

(*) L'on y donne les lignes $C\gamma$, $C\gamma'$ comme sensiblement égales, au moyen de quoi l'on prend indifféremment l'une ou l'autre pour terme de comparaison. Ici, on emploie $C\gamma$ = 2,1869, cosinus de l'angle $c\,C\gamma$. Ce peut être matière à quelque scrupule géométrique ; car $C\gamma'$ = 4,4644 (*pag.* 6, *lig* 14), — 2,2619 (*pag.* 328, *lig.* 5) = 2,1925 & $(C\gamma')$ 2,1925 — $(C\gamma)$ 2,1869 (*pag.* 339, *lig.* 30), = 0,0056 : quantité qu'on pourra vouloir regarder comme sensible.

Pour satisfaire à cette délicatesse, considérant $C\gamma$ comme le rayon cherché, le sinus de l'angle $\gamma\,C\,\gamma'$ = 1° 36′ 4″ ; prenez en même temps son cosinus que vous soustrairez de $C\gamma'$, ce reste & le sinus trouvé, feront les deux côtés d'un triangle rectangle dont $\gamma\,\gamma'$ est l'hypothénuse.

Observant que le nouvel angle $x\,C\,\gamma'$ doit donner celui que feront définitivement à leur rencontre les deux plans de flottaison, considérant ($C\gamma'$) 4,4644 (pag. 324, lig 13), — 2,2619 (pag. 230, lig. 5) = 2,205 comme base du triangle & ($\gamma' x$) 0,051674, comme sa hauteur ; on aura la hauteur des onglets par ces proportions,

POUR L'ARRIÈRE:

$$2{,}205 : 0{,}051674 :: 21{,}655 : \frac{0{,}051674 \times 21{,}655}{2{,}205} = 0{,}50865 :$$

OPÉRATIONS.........	Log. 0,051674 =	$\bar{2}$,7142732
	21,655 =	1,3355582
		0,0498314
	2,205 =	0 3434086
	0,50865 =	$\bar{1}$,7064228

POUR L'AVANT:

$$2{,}205 : 0{,}051674 :: 21{,}275 : \frac{0{,}051674 \times 21{,}275}{2205} = 0{,}49973 :$$

OPÉRATIONS.........	Log. 0,051674 =	$\bar{2}$,7142732
	21,275 =	1,3278696
		0,0421428
	2,205 =	0,3434086
	0,49973 =	$\bar{1}$,6987342

Tirant d'eau moyen.....	3,301		3,301
Hauteur d'onglets: arrière	0,50865	av.	0,49973
Tirant d'eau (*), arrière	3,80965		2,80127
	2,80127		

Différence de tirant d'eau 1,00838. Haut. d'ongl. {arr. 0,50865 / av. 0,49973} 1,00838

(*) Réduction en pieds de roi.

pi.	po.	li.	pi.	po.	li.	
20	4	3	11	8	9	de tirant d'eau arrière.
			8	7	6	de *idem*.. ... avant.
10	2	1	3	1	3	diff. du tirant d'eau.
	3	0				de fausse quille
10	5	1				Tirant d'eau moyen........

On voit que ce centre de gravité cherché x aura pour distance au faux 8 arrière, celle qui se trouve entre ce couple & le centre de gravité de système diminué de $\gamma' x$, c'est-à-dire 20,713 (pag. 339, lig. 23), — 0,051674 = 20,661326.

Quant à sa hauteur, on pourroit prendre celle de γ' très-proche de celle de γ; mais, exactement, la différence en hauteur de ces deux points doit être divisée dans le rapport de $\gamma' c' + \gamma c$ à $\gamma' c'$ ou de $C'C + CC''$ à $C'C$.

g est plus bas que c; pour avoir leur différence, il faut faire cette proportion :

($\frac{1}{2}$ longueur) 21,465 : ($\frac{1}{2}$ diff.) 0,6 :: ($c\gamma$ (pag. 342, lig. 7) 0,25385 : 0,0070957.

OPÉRATIONS........	Log.	0,6 =	$\bar{1}$,7781513
		0,25385 =	$\bar{1}$,4045777
			$\bar{1}$,1827290
		21,465 =	1,3317309
		0,0070957 =	$\bar{3}$,8509981

Il faut donc soustraire cette quantité 0,0070957 de la hauteur c (pag. 340, lig. 2), 2,285978, & on aura 2,278823 pour la hauteur de γ, ci....... 2,278823.

La hauteur de γ' = celle de c' (pag. 328, lig. 5), = ... 2,2619

Différence en hauteur des points γ & γ'... 0,016923.

Tirant d'eau à sa mise à l'eau avec fausse quille de 3 pouces,

Arrière	11	7	Différence 2 pieds.
Avant	6	7	
Somme...	21	2	
Moyen...	10	7	

Il devoit y avoir 15 à 20 tonneaux de lest sur l'avant.

Il

Il faut donc faire, comme nous venons de le voir (pag. 344, lig. 9), cette dernière proportion:
$(CC + CC'')$ 1,66185 (p. 342, l. 17) : (CC) 1,408 (*id.*) :: 0,0169823 ci-dessus : 0,014388.

OPÉRATIONS..........	Log. 1,408	=	0,1486027
	0,0169823	=	$\bar{2}$,2299888
			$\bar{2}$,3785915
	1,66185	=	0,2205788
	0,014388	=	$\bar{2}$,1580127
	2,261900 Hauteur de y' ou de c' (p. 328, lig. 5).		
	2,276288 Distance du		

centre de gravité x cherché à un plan horizontal passant par le dessous de la quille.

TROISIÈME SECTION.

Rechercher l'équilibre d'un Bâtiment de mer abattu en carène, c'est-à-dire les poids à la tête des mâts, représentés par l'immersion des pontons, pour le maintenir dans une inclinaison donnée, la quille suffisamment éventée & horizontalement.

FAITES un plan vertical-latitudinal hors bordages (*fig.* 96), avec les attentions qui ont été prescrites pour les plans intérieurs, (Ire. Section de cette IVe. Partie, p. 254); par le point de rencontre Q de la ligne du milieu & du trait du dessous de la quille, faites passer des droites $Q X$ qui fassent un angle de 67 degrés avec cette ligne du milieu : ce sera la projection des plans longitudinaux où se rapporteront entr'autres les distances latitu- PL. XXXII.

dinales des centres de gravité de toutes les parties du ſyſtème du bâtiment abattu en carène.

Menez à chacune de ces deux lignes une perpendiculaire *A B*, paſſant à 0,18 mètres de diſtance de l'angle de la quille, ce ſera la flottaiſon ſupérieure de la partie ſubmergée pendant l'abattage, & la quille ſera éventée d'autant. Mais comme cette ligne n'eſt tirée qu'à vue de pays, il y aura à y retoucher. Il eſt à ſouhaiter qu'une pratique éclairée guide dans cette approximation; ſans cela le tâtonnement ſeroit augmenté ou la ſolution du problème fort compliquée.

I.

Calcul du Déplacement de la partie ſubmergée.

Cette partie actuellement ſubmergée, d'après la flottaiſon qu'on lui a ſuppoſée, a de hauteur de *A* en *X*, 3,332$^{mt.}$; diviſons cette hauteur en quatre parties égales de 0,833 $^{mt.}$ chaque, & la partie la plus baſſe auſſi en trois parties de 0,277666 ou 278 chaque: par ces points de diviſion, tirons des parallèles à la flottaiſon ſupérieure. Ces parallèles forment ſur le plan des projections de lignes ou ſections d'eau que nous relevons par couple, comme cela eſt exécuté Tableau 12.

Perpendiculairement à la flottaiſon, nous menons ſur ce plan vertical-latitudinal deux lignes *P F*, *p f* convenablement, pour avoir les points d'aboutiſſement des lignes ou ſections d'eau; ce ſont des projections de ſections verticales-longitudinales que nous traçons *P P F F*, PL. XXVIII. *p p f f* (*fig.* 102). Nous traçons auſſi les ſections d'eau ou

horizontales, *fig.* 103, où reparoissent en *PF*, *pf* les projections des deux sections, *fig.* 102.

Au bas des colonnes, Tableau 12, sont sommées les projections des sections d'eau à chaque couple, avec soustraction de la moitié des extrêmes; par exemple, 115,19 pour la section d'eau supérieure; 98,11 pour celle au-dessous; &c. : reste à multiplier par la distance 2,64 entre les projections de couples, pour avoir la surface de la section entre les couples extrêmes, ce qui est exécuté Tableau 13, second article où l'on voit

$$115{,}19 + 2{,}64 = 304{,}1016, \text{ \&c.}$$

Dans ce Tableau 13, I[er]. article, sont calculées les surfaces des petites parties de l'arrière & de l'avant de ces couples extrêmes : par exemple, on a 4,2449 [mt]. pour la petite partie de l'arrière du 8 à la section supérieure; elle a été réduite en triangles, parce qu'elle est formée par la voûte, & une partie du Tableau qui donne des lignes à-peu-près droites; la division en deux triangles BHb, Bhb, *fig.* 103, paroît donner une exactitude suffisante; la base Bb en est (Tableau 13), de 2,27 [mt]; les hauteurs HH' hh' de 2,86 & 0,88.

$$2{,}27 \times \tfrac{1}{2} \times 2{,}86 + 2{,}27 \times \tfrac{1}{2} \times 0{,}88 = 3{,}2461 + 0{,}9988 = 4{,}2449.$$

Les autres petites parties ont été considérées comme des paraboles, & leurs bases sont par conséquent multipliées par les deux tiers de leur hauteur (Mécanique, n°. 95). On a ainsi 0,90106 pour la petite partie arrière du 8 de la deuxième Section, où la base de la parabole (Projection de flottaison au 8 arrière, Tableau 12 & 13), est 1,57, & la hauteur de cette parabole 0,87, &c.

De là il s'ensuit un résultat (IIe. Partie du Tableau 13), où l'on voit la première section d'eau être de 318,2582; la seconde de 263,049, &c.

Les sections d'eau ne conservant pas ici à-peu-près une même longueur comme dans le bâtiment droit, on ne peut faire le calcul du déplacement selon la méthode ordinaire; nous en considérons les tranches comme des cônes tronqués, dont les sections d'eau sont les bases. Multipliant donc ces bases l'une par l'autre, extrayant la racine carrée du produit, additionnant cette racine avec les deux bases; multipliant la somme par le tiers de la hauteur, on a (Alg. 279), la solidité du tronc ou de la tranche; ainsi on a (IIIe. Partie du Tableau 13),

$\sqrt{318,2585 \times 263,0490} = 289,34$, &c.; & 1988,85 pour la somme des sections d'eau & de la racine carrée de leur produit deux à deux des trois tranches supérieures, laquelle multipliée par $\frac{1}{3} \times 0,833 = 552,233$.

Pour les deux tranches au-dessous, n'ayant chaque que le tiers de hauteur des tranches supérieures, on a la somme $455,8 \times \frac{1}{9} \times 0833 = 42,187$.

Au-dessous de ces deux petites tranches est une partie de même hauteur que l'on peut considérer comme paraboloïde. Pour en avoir la solidité, il faut multiplier la section d'eau inférieure 41,28 par la moitié de la hauteur,

ou $\frac{1}{6} \times 0,833$; $41,28 \times \frac{1}{6} \times 0,833 = 5,731$ mt.

& $552,233 + 42,187 + 5,731 = 600,151$ mt.

& enfin $600,151 \times \frac{29,174}{28} = 625,31$ tonneaux.

I I.

Calcul du Centre de gravité de la partie submergée.

Il faut d'abord rechercher le centre de gravité de chaque tranche, dont il ne restera qu'à sommer les momens dont on divisera la somme par la solidité du déplacement.

On rapportera les distances du centre de gravité, 1°. au plan vertical-longitudinal projeté en *Q X* (*fig.* 96 & 103); 2°. à un plan vertical-latitudinal passant par le 8 arrière; 3°. au plan de flottaison supérieure. PL. XXXII & XXXVII.

1°. Des distances du Centre de gravité des tranches au Plan vertical-longitudinal.

Dans le Tableau 14, on trouve un arrangement de colonnes par section d'eau ou flottaison. La première de ces colonnes contient les projections comprises dans la section d'eau, de chaque couple, relevées sur le plan vertical-latitudinal (*fig.* 96); la seconde, la distance du centre de gravité de ces projections au plan vertical-longitudinal, l'une & l'autre prises dans le Tableau 12; la troisième, les momens : on a sommé les colonnes des projections & des momens, fait déduction des projections & des momens extrêmes, & on a eu, par exemple, pour la principale partie de la section d'eau supérieure: PL. XXXII.

$$\frac{\text{Sommes des momens réduites.} \quad 603,475}{\text{Sommes des projections, } idem. \quad 115,19} = 5,239$$

Par la même opération, on a la distance du centre de gravité de la principale partie de chaque section, SAVOIR..................

2e...	5,7303
3e...	5,7049
4e...	5,6167
5e...	5,5953
6e...	5,4512

Quant aux petites parties des sections de l'arrière & de l'avant, il n'y a que celle de l'arrière de la section d'eau supérieure que nous ne considérons par comme parabole; nous l'avons partagée en deux triangles. Divisant l'angle hbB (*fig.* 103) de l'un en deux parties égales, ainsi que l'angle BHb de l'autre, le centre de gravité de chacun sera (*Méch. n°.* 278.) au tiers de la ligne de division, à partir du côté opposé à l'angle divisé. Ces centres de gravité trouvés par des opérations grafiques, reste à prendre par ouverture de compas leur distance à la projection du plan vertical-longitudinal; à l'égard du grand, elle se trouve de 7,72 mètres, à celui du petit, de 8,74. Ainsi pour cette partie on aura :

PL. XXXVII.

$$\frac{3{,}2461\,(p.\,347,\,l.\,22)\times 7{,}72+0{,}9988\,(p.\,347,\,l.\,22)\times 8{,}74}{3{,}2461+0{,}9988}=\frac{33{,}78941}{4{,}2449}=7{,}96:$$

distance de la petite partie de 4,2449 de surface, qui donne pour moment 33,78941.

Les autres petites parties étant considérées comme des paraboles, pour avoir la distance de leur centre de gravité, tant au plan vertical-longitudinal, qu'au plan vertical-latitudinal, il faut d'abord, par une droite menée du milieu de leur base, en partager la surface en deux parties

égales ; par exemple, pour la petite partie arrière du 8 de de la deuxième section, dont la surface est de 0,9106 (Tableau 13), on partagera cette surface en deux parties égales, par une droite menée du point du milieu de sa base 1,57.

Comme ces figures ne sont que des paraboles approchées, cette opération ne peut se faire avec une précision géométrique ; le mieux est de tirer près de leur sommet une parallèle à la base ; de la diviser en deux parties aussi égales, & de tirer la droite par la moitié de ces parallèles. Leur centre de gravité sera, sur cette droite, à la distance des deux cinquièmes de leur hauteur de la base, comme nous le démontrerons ci-après.

C'est d'après la détermination de ces points que l'on s'est procuré la distance du centre de gravité des petites parties, pour le présent à la projection du plan vertical-longitudinal projeté en QX, fig. 96 & 103, & le calcul des momens, comme il suit : PL. XXXII et XXXVII.

		SECTIONS.	SURFACES.	DISTANCES.	MOMENS.
PETITES PARTIES.	ARRIÈRE..	Supérieure ou première.	4,2449...	7,96....	33,7894
		2........	0,9106...	7,58....	6,90235
		3........	0,1813...	7,05....	1,278165
		4........	0,0635...	6,46....	0,41021
		5........	0,2027...	6,07....	1,23039
		6........	3,2116...	5,75....	18,4667
	AVANT....	Supérieure ou première.	9,9117...	6,3	62,4437
		2........	3,128 ...	6,6	20,6448
		3........	6,3943...	6,5	41,56295
		4........	3,4935...	6,32....	22,07892
		5........	0,108 ...	6,28....	0,67824
		6........	2,4575...	5,8	14,2535

Et voilà le calcul des momens pour la principale partie:

		V. Tabl. 13.	*V. p.* 350.	
Principales parties entre les petites parties extrêmes.	Supérieure ou première.	304,1016	5,239	1593,174
	2	259,0104	5,7303	1484,20008
	3	182,3976	5,7049	1040,55072
	4	106,7412	5,6167	600,78744
	5	77,3784	5,5953	432,97056
	6	35,6136	5,4512	194,13768

d'où il résulte le calcul suivant du centre de gravité de sections.

SECTIONS :

1. $\frac{33{,}7894 + 1593{,}174 + 62{,}4437}{\text{(Tabl. XIII.) } 318{,}2582} = \frac{1689{,}4071}{318{,}2582} = 5{,}30829$

2. $\frac{6{,}90235 + 1484{,}20008 + 20{,}6448}{\textit{Id.}\ .\ 263{,}049} = \frac{1511{,}74723}{263{,}049} = 5{,}74702$

3. $\frac{1{,}278165 + 1040{,}55072 + 41{,}56295}{\textit{Id.}\ .\ 188{,}9732} = \frac{1083{,}391835}{188{,}9732} = 5{,}73309$

4. $\frac{0{,}41021 + 600{,}78744 + 22{,}7892}{\textit{Id.}\ .\ 110{,}0282} = \frac{623{,}27657}{110{,}0282} = 5{,}6647$

5. $\frac{1{,}23039 + 432{,}97056 + 0{,}67824}{\textit{Id.}\ .\ 77{,}6961} = \frac{434{,}87919}{77{,}6961} = 5{,}597862$

6. $\frac{18{,}3667 + 194{,}13768 + 14{,}2535}{\textit{Id.}\ .\ 41{,}2827} = \frac{226{,}85788}{41{,}2827} = 5{,}49523$

Mais ces six distances sont celles des sections d'eau & non celles des tranches qu'elles comprennent. Le centre de gravité de ces tranches se détermine d'après cette formule $x = \frac{h^2 (S^4 - s^4)}{4C(S^2 - 2Ss + ss} - \frac{h\,s}{S - s}$, faisant $x =$ sa distance à la plus petite base ; $X' =$ sa distance au sommet du cône ; $SS =$ la grande base ; $ss =$ la petite base ; $h =$ la hauteur du tronc de cône. Démontrons-le :

D'abord : $\frac{1}{3} h \ (SS + Ss + ss) =$ la capacité de la tranche $= C$. (Page 348) (Algèbre 279).

enſuite :

enſuite :

$\frac{hS}{S-f}$ = hauteur du cône total... }
$\frac{hf}{S-f}$ = hauteur du cône retranché } Géométrie, n°. 243.

Donc $\frac{3}{4} \times \frac{hf}{S-f} \times \frac{1}{9} \times \frac{hf}{S-f} \times ff + x' \times C =$ $\frac{3}{4} \times \frac{hS}{S-f} \times \frac{1}{3} \times \frac{hS}{S-f} S^2$ (Géo. n°s. 242 & 243.) (Méc. n°s 260 & ſuivans.)

D'où $x' = \frac{h^2 (S^4 - f^4)}{4C(S^2 - 2Sf + ff)}$ & $x = \frac{h^2 (S^4 - f^4)}{4C(S^2 - 2Sf + ff)} - \frac{hf}{S-f}$ (*).

(*) Cette formule, bonne pour les tranches d'une épaiſſeur fort ſenſible, compriſes entre des baſes d'une différence en ſurface pareillement grande, ne fourniroit pas un réſultat ſatisfaiſant pour une hauteur de tranche très-petite qui auroit des baſes peu différentes de quadrature.

Par exemple, dans un vaiſſeau où le fond de la cale d'un pied de haut, conſidéré comme paraboloïde, ne peut contenir tout le leſt de fer; il monte dans la tranche au-deſſus. Suppoſons que ce ſoit de 0,08 pieds; que les baſes de cette tranche, auſſi d'un pied de hauteur, ſoient : celle inférieure = 1496,389 pi. carrés : celle ſupérieure = 1994,546, on aura pour la baſe à 0,08 pi. de hauteur, la ſection :

$$((\sqrt{1994{,}546} - \sqrt{1496{,}389}) \times 0{,}08 + \sqrt{1496{,}386})^2 = 1533{,}612;$$

Mais il faudroit pouſſer l'exactitude du calcul à l'excès & au point que les tables de logarithmes feroient loin d'y ſuffire, pour trouver la quantité cherchée.

$$\sqrt{1533{,}612} = 39{,}161362; \quad \sqrt{1496{,}349} = 38{,}683188,$$

le calcul pouſſé juſqu'à 6 décimales; on feroit obligé d'en négliger les opérations où ſes fractions doivent entier, & la fraction un peu plus grande que 0,04 pour la diſtance du centre de gravité à la petite baſe que l'on cherche, en feroit altérée d'une manière fort ſenſible, relativement.

Si l'on négligeoit les fractions des racines, l'on auroit $\sqrt{1533{,}612} = 39$ & $\sqrt{1496{,}389} = 39$: alors le centre de gravité feroit à 0,04 pieds de hauteur, & les deux baſes feroient réduites à 1521 pieds de quadrature, qui s'éloigne peu

La tranche étant considérée comme cône tronqué, son centre de gravité est dans une droite menée du centre de gravité d'une des sections à celui de l'autre; laquelle droite a une certaine inclinaison quand ces deux centres ne sont pas dans une verticale: si le centre de gravité de la section supérieure est plus éloigné du plan où se rap-

---

de chacune des véritables : l'écart est de moins de 11 pieds pour la grande, & de 17 pieds pour la petite ; ce qui est un peu plus ou un peu moins du centième des surfaces.

Mais si l'on veut dans le calcul une plus grande précision à laquelle on invite les élèves, au moins dans le travail d'exercice, il faut entrer dans une autre considération du cône, ou de la pyramide tronquée, qui nous donnera la position du centre de gravité immédiatement ; c'est-à-dire, sans cette soustraction où la négligence indispensable dans les fractions, altère le résultat.

La pyramide quadrangulaire tronquée, à laquelle peut se réduire le cône tronqué, se décompose, 1°. *en un prisme élevé sur la petite base, ayant pour hauteur celle du tronc ;* 2°. *en deux prismes dont les bases sont un triangle rectangle, aussi de la hauteur du tronc, ayant pour sa base particulière la différence du côté de la grande base à celui de la petite. (On voit qu'on suppose une pyramide tronquée dont une des arêtes est perpendiculaire à la base) : la hauteur de ces prismes est le côté de la petite base ;* 3°. *en une pyramide dont la base est le carré de la différence des côtés, & la hauteur, toujours celle du tronc.*

Ainsi, faisant SS = la grande base, ss = la petite, h = la hauteur du tronc, $S - s = e$, on aura :

Pour la solidité du cône tronqué :

$$s^2 \times h + 2 \times s \times e \times \tfrac{1}{2} h + e^2 \times \tfrac{1}{3} h = h \times (s^2 + s e + \tfrac{1}{3} e^2).$$

Pour son moment, par rapport à la petite base :

$$s^2 \times h \times \tfrac{1}{2} h + 2 \times s \times e \times \tfrac{1}{2} h \times \tfrac{2}{3} h + e^2 \times \tfrac{1}{3} h \times \tfrac{3}{4} h = h^2 \times (\tfrac{1}{2} \times s^2 + \tfrac{2}{3} \times s \times e + \tfrac{1}{12} \times e^2) = \tfrac{1}{12} h^2 (6 \times s^2 + 8 \times s \times e + 3 \times e^2);$$

Enfin pour la distance du centre de gravité :

$$\frac{\tfrac{1}{12} h^2 \times (6 \times s^2 + 8 \times s \times e + 3 \times e^2)}{\tfrac{1}{3} h \times (S^2 + S s + s^2)}.$$

Si l'on vouloit éliminer S & h^2, on auroit $\dfrac{\tfrac{1}{4} h \, (6 s^2 + 8 s e + 3 e^2)}{s^2 + s e + \tfrac{1}{3} e^2}.$

Suivant ces formules, la distance du centre de gravité du tronc du cône de 0,08 pieds de hauteur à sa base, = 0,0401628 pieds.

portent les momens, ici du plan vertical-longitudinal, que celui de la section inférieure, la distance du centre de gravité de la tranche sera moindre que celle du centre de gravité de la section supérieure, & réciproquement; & l'on voit que la quantité de cette soustraction ou de cette addition se déterminera par cette proportion $h : d :: D : \frac{d \times D}{h}$, faisant $h =$ la hauteur de la tranche; $d =$ la différence entre la distance du centre de gravité des deux sections, & $D =$ la distance du centre de gravité de la tranche à la section supérieure ou la grande base du tronc du cône. Par exemple, la distance du centre de gravité de la première section est (p. 352, l. 11) de 5,30829; la distance pour la seconde section est (p. 352, l. 12) de 5,74702; 5,74702 — 5,30829 = 0,43873 : cette différence 0,43873 & la hauteur de la tranche égale 0,833, donneront pour la quantité cherchée :

$$\frac{0,43873}{0,833} D; \text{ or } D = h - \left(\frac{h^2 (S^4 - s^4)}{4C (S^2 - 2Ss + s^2)} - \frac{hs}{S - s} \right)$$

Pour cette première Tranche :

$$h^2 = \overline{0,833}^2 = 0,693829$$
$$S^4 = \overline{318,258}^2 \text{ (Tableau 13.)} = 101288,1$$
$$s^4 = \overline{263,049}^2 \text{ (}Idem.\text{)} = 69194,8$$
$$S^2 = 318,258 \text{ (}Idem.\text{)}$$
$$s^2 = 263,049 \text{ (}Idem.\text{)}$$
$$\left.\begin{matrix} S = 17,8398 \\ s = 16,2188 \end{matrix}\right\} \text{donc } Ss = 289,3397 \text{ \& } 2Ss = 578,6794$$

D'où $4C = 4 \times \frac{1}{3} h (SS + Ss + ss) = 4 \times \frac{1}{3} \times 0,833 \times (318,258 + 289,3397 + 263,049) = 966,99866,$

Yy 2

& $\frac{h^2(S^4 - s^4)}{4C(S^2 - 2Ss + s^2)} - \frac{hs}{S - s} =$

$\frac{0{,}693889\,(101288{,}1 - 69194{,}8)}{966{,}9986\,(318{,}258 - 578{,}6794 + 263{,}049)} - \frac{0{,}833 \times 16{,}2188}{17{,}8398 - 16{,}2188} =$ 0,42983 $= x$ distance de la petite base; par conséquent la distance à la grande base sera 0,833 − 0,42983 = 0,40317 $= D$.

Par un calcul analogue on aura pour les autres tranches:

DISTANCES.

	A la petite base.	A la grande base. D	Hauteur des tranches.
2.........	0,439	+ 0,394	= 0,833
3.........	0,45457	+ 0,37843	= 0,833
4.........	0,14693	+ 0,130736	= 0,277666
5.........	0,153248	+ 0,124418	= 0,277666

Pour en revenir à la première tranche, D = 0,40317, & $\frac{d}{h} D = \frac{0{,}43873}{0{,}833} D = \frac{0{,}43873}{0{,}833} \times 0{,}40317 = 0{,}212344$; & comme la distance du centre de gravité du plan supérieur est moindre, cette quantité sera à ajouter, & l'on aura 5,30829 + 0,212344 = 5,520634.

Dans la tranche au-dessous, la distance du centre de gravité de la section supérieure est de 5,74702, celle pour la section inférieure de 5,73309; 5,74702 − 5,73309 = 0,01393.

Nous aurons $\frac{0{,}01393}{0{,}833} \times 0{,}394 = 0{,}00658874$.

Ici la distance du centre de gravité de la section supérieure étant plus grande que celle de celui de la section inférieure, cette quantité 0,00658874 est à soustraire, &

l'on aura 5,74702 — 0,00658874 = 5,74043126 pour diſtance du centre de gravité de la ſeconde tranche au plan vertical-longitudinal.

Reprenons ce calcul, & continuons-le en en conſervant les facteurs qui nous feront néceſſaires pour la détermination du centre de gravité des tranches par rapport aux deux autres plans, c'eſt-à-dire, au lieu de $\frac{d \times D}{h}$, employons l'expreſſion égale $\frac{D}{h} \times d$, faiſant mémoire des logarithmes de $\frac{D}{h}$.

1re. TRANCHE. $5{,}30829 + \left(\frac{0{,}40317}{0{,}833} = N\,\bar{1}{,}6848432\right) \times 0{,}43874 = 5{,}520634$

2e.......... $5{,}74702 - \left(\frac{0{,}394}{0{,}833} = N\,\bar{1}{,}6748512\right) \times 0{,}01393 = 5{,}74043126$

3e.......... $5{,}73309 - \left(\frac{0{,}37843}{0{,}833} = N\,\bar{1}{,}6573406\right) \times 0{,}06839 = 5{,}702021$

4e.......... $5{,}6647 - \left(\frac{0{,}130736}{0{,}277666} = N\,\bar{1}{,}6728725\right) \times 0{,}066838 = 5{,}63323$

5e.......... $5{,}597862 - \left(\frac{0{,}124418}{0{,}277666} = N\,\bar{1}{,}6513605\right) \times 0{,}102632 = 5{,}551874$

Les quantités $N\,\bar{1}{,}6848432$, $N\,\bar{1}{,}6748512$, &c., ſont à conſerver pour facteurs dans les diſtances aux autres plans, comme nous le verrons bientôt.

2°. *Des distances du Centre de Gravité des Tranches à un Plan vertical-latitudinal passant par le huitième couple arrière.*

Pour avoir ces distances, il faut ajouter les momens des petites parties extrêmes à celui de la principale partie de chaque section d'eau, & diviser par la surface de cette section, y compris lesdites petites parties.

On voit (Tableau 14) que les principales parties de ces sections sont (le facteur 2,64 omis) : pour la première 115,19, la seconde 98,11, &c. ; les momens, suivant la méthode enseignée (Méc. 299), sont, pour la première, $2{,}64 \times 899{,}025$; pour la seconde, $2{,}64 \times 782{,}54$, &c., aussi le facteur 2,64 omis. Ce facteur ne peut plus se négliger maintenant que les surfaces des petites parties de l'arrière & de l'avant entrent dans le calcul ; ainsi il ne suffit pas, pour avoir la distance du centre de gravité de système des élémens générateurs de la principale partie de la section, de l'expression $\frac{2{,}64 \times 899{,}025}{115{,}19}$; mais nous avons besoin de celle $\frac{\overline{2{,}64}^2 \times 899{,}025}{2{,}64 \times 115{,}19}$ dont le moment & la surface, ou la masse, sont pour le présent $\overline{2{,}64}^2 \times 889{,}025 = 6165{,}8$, & $2{,}64 \times 115{,}19 = 304{,}1016$; ainsi des autres.

La petite partie de l'arrière de la section d'eau supérieure se décompose en deux triangles ; on voit (Tableau 13) que leur base commune est de 2,27 ; la hauteur de l'un 2,86, celle de l'autre 0,88 : la surface de ces triangles sera donc $3{,}2461 + 0{,}9988 = 4{,}2449$; la distance au 8 des centres de gravité déterminés (p. 350), prise par ouver-

ture du compas : du premier eſt de 0,63, du ſecond 1,33; ainſi leur moment ſera 2,045043 & 1,328404, & la diſtance du ſyſtème $\frac{2,045043 + 1,328404}{3,2461 + 0,9988} = \frac{3,373447}{4,2449} = 0,79471$; cette quantité doit être employée négativement, parce qu'elle eſt ſur l'arrière du 8, & on a $-0,79471 \times 4,2449 = -3,373447$.

La petite partie de l'avant de la ſection d'eau ſupérieure, ainſi que les autres de l'avant & l'arrière, appartenant aux ſections d'eau ſuivantes, peut être conſidérée comme parabolique, comme nous l'avons déjà dit.

Cette petite partie en avant du 6 avant, ayant 6,82 de baſe (toujours Tableau 13) & 2,18 de hauteur, aura de ſurface $\frac{2}{3} \times 6,82 \times 2,18 = 9,9117$, ſuivant ce que nous avons dit pour le calcul du déplacement.

La diſtance de ſon centre de gravité à ſa baſe ſera des deux cinquièmes de ſa hauteur 2,18; car (Méc. n°. 289) Gg (*fig.* 93) $= \frac{\int (b-x)\, y\, dx}{APM}$, lorſque $AC = b$, les abciſſes $AP = x$, les ordonnées $PM = y$: cela généralement pour les ſurfaces planes, terminées par une courbe.

Appliquant à la parabole, ou $yy = px$, on a $y = p^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}}$; mettant dans la formule cette valeur de y, on aura $Gg = \frac{\int (b-x)\, p^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}}\, dx}{APM} = \frac{\int b\, p^{\frac{1}{2}} x^{\frac{1}{2}}\, dx - \int p^{\frac{1}{2}} x^{\frac{3}{2}}\, dx}{APM}$ intégrant (Méc. n°. 83.) $Gg = \frac{p^{\frac{1}{2}}}{APM} \times \left(\frac{2}{3} b\, x^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{5} x^{\frac{5}{2}}\right)$. Si $x = b$ on a $\frac{p^{\frac{1}{2}}}{APM} \times \left(\frac{2}{3} b^{\frac{5}{2}} - \frac{2}{5} b^{\frac{5}{2}}\right) = \frac{p^{\frac{1}{2}}}{APM}\left(\frac{10}{15} - \frac{6}{15}\right) b^{\frac{5}{2}}$. Mais APM (Méc. n°. 95) $= \frac{2}{3} xy = \frac{2}{3} p^{\frac{1}{2}} x^{\frac{3}{2}}$; & ici, ou

$x = b$, $APM = \frac{2}{3} p^{\frac{1}{2}} b^{\frac{3}{2}}$. Introduisant cette valeur de APM dans l'équation, on a $Gg = \frac{3}{2} \times \frac{4}{15} \times b = \frac{12}{30} \times b = \frac{2}{5} b$ ou les deux cinquièmes de la hauteur. (Ceci est la démonstration que nous avons annoncée, pag. 351, l. 15.)

Notre hauteur de parabole étant 2,18, on a $\frac{2}{5} \times 2{,}18 = 0{,}87$. Ainsi la distance de son centre de gravité au 6 avant sera 0,87.

Mais, par rapport au 8 arrière, il se trouve 15 distances entre les couples, de 2,64 mètres chaque, y compris celle entre les deux maîtres : le moment de la petite partie avant de 9,9117 de surface, par rapport au 8 arrière, sera donc $9{,}9117 \times (15 \times 2{,}64 + 0{,}87) = 9{,}9117 \times 40{,}47 = 401{,}13$.

En se conduisant d'une manière analogue, on aura tous les termes de chaque section d'eau; il faut observer que la parabole de la petite partie arrière de la seconde section d'eau est, comme celle de la première, sur l'arrière du 8, & que son moment par conséquent doit être employé négativement ; toutes les autres auront le signe positif; reste à bien remarquer le couple auquel elles appartiennent, pour ajouter la quantité convenable de distance 2,64 entre les couples.

On aura donc pour ces six sections d'eau ; d'abord pour les deux premières :

SECTIONS.

1ère. $\frac{-3{,}373447 + 6265{,}8 + 401{,}13}{4{,}2449 + 304{,}1016 + 9{,}9117} = \frac{6663{,}5565}{318{,}2581} = 20{,}937$

2e. $\frac{-0{,}31689 + 5454 + 125{,}37}{0{,}9106 + 259{,}0104 + 3{,}128} = \frac{5579{,}05311}{263{,}049} = 21{,}209.$

Dans

Dans ces deux ſections la principale partie eſt bornée par le 8[e] couple arrière & le 6[e] avant; mais dans les autres ſections leſdites principales parties ont leur terminaiſon de l'arrière plus ſur l'avant, & celle de l'avant plus ſur l'arrière. Dans la troiſième, cette partie capitale eſt compriſe entre le 7 arrière & le 5 avant; dans la quatrième, entre le 5 arrière & le 4 avant; dans la cinquième, entre le 4 & le 4; dans la ſixième, entre le 2 & le 2. (Voyez Tableau 13.)

Il faut conſidérer que l'opération ne donne que la diſtance au couple de l'arrière qui la termine; par exemple, pour la troiſième ſection, par analogie à ce que nous avons preſcrit pour la première, on a une diſtance exprimée par $\frac{\overline{2,64}^2 \times 484,4}{2,64 \times 69,09}$; mais c'eſt la diſtance ſeulement au 7 : la diſtance au 8 ſera $\frac{\overline{2,64}^2 \times 484,4}{264 \times 69,09} + 2,64 = \frac{\overline{2,64}^2 \times (484,4 + 69,09)}{2,64 \times 69,09}$, & le moment $\overline{2,64}^2 \times (484,4 + 69,09) = \overline{2,64}^2 \times 553,49 = 3857,6$.

Pour la quatrième ſection, $\frac{\overline{2,64}^2 \times 212,8}{2,64 \times 40,33}$ eſt ſeulement la diſtance au 5; la diſtance au 8 doit être de $\frac{\overline{2,64}^2 \times 212,8}{2,64 \times 40,33} + 3 \times 2,64 = \frac{\overline{2,62}^2 \times (212,8 + 3 \times 40,33)}{2,64 \times 40,33}$, & le moment $\overline{2,64}^2 (212,8 + 3 \times 40,33) = \overline{2,64}^2 \times 334,39 = 2330,6$. Généralement, pour avoir le moment définitif, il faut multiplier le carré de la diſtance entre les couples par la ſomme des ordonnées préparées pour avoir la diſtance du centre de gravité (Voyez Tableau 14), & du produit des ordonnées préparées pour avoir la ſurface, mul-

tiplié par le nombre de distances entre le 8 & le couple qui termine cette surface de l'arrière.

Le moment à la cinquième section sera donc $= \overline{2,64}^2 \times (130,68 + 4 \times 29,31) = 1727,9$.

Le moment à la sixième sera $= \overline{2,64}^2 (33,24 + 6 \times 13,49) = 795,79$.

D'après cette observation, nous pouvons continuer l'expression des distances au 8 arrière.

SECTIONS.

3. $\frac{0,45543\,(*) + 3857,6 + 242,41}{188,9752} = \frac{4100,46543}{188,9752} = 21,698$

4. $\frac{0,49936 + 2330,6 + 122,52}{110,0282} = \frac{2453,61936}{110,0282} = 22,299$

5. $\frac{2,1835 + 1727,9 + 3,7184}{77,6961} = \frac{1733,8019}{77,6961} = 22,315$

6. $\frac{48\,02 + 795,79 + 73,24}{41,2827} = \frac{917,05}{41,2827} = 22,214.$

(*) On remarquera que cette quantité 0,45543 provient de la surface de la petite partie arrière de la troisième section (Tableau 13), ayant pour base la projection du 7e. couple; laquelle surface a été multipliée par la distance entre le 8 & le 7, déduction faite des deux cinquièmes de la hauteur de la parabole déterminant son centre de gravité; c'est-à-dire, que l'on a eu

$$0,1813 \times (2,64 - \tfrac{2}{5} \times 0,32) = 0,45543.$$

A la quatrième section, la parabole ayant pour base la projection du cinquième couple, on a :

$$0,0635 \times (3 \times 2,64 - \tfrac{2}{5} \times 0,14) = 0,49936$$

à la cinquième (base couple 4):

$$0,2097 \times (4 \times 2,64 - \tfrac{2}{5} \times 0,37) = 2,1835$$

à la sixième (base couple 2):

$$3,2116 \times (6 \times 2,64 - \tfrac{2}{5} \times 2,22) = 4,802.$$

Quant aux paraboles de l'avant, il n'y a simplement à ajouter à la distance de leur centre de gravité au couple, auquel elles appartiennent, que celle de ce couple au 8 arrière.

Voilà, par rapport à un plan vertical-latitudinal, six distances de centre de gravité des sections, à l'égard desquelles il faut entrer dans la même considération que celle où nous nous sommes arrêtés, par rapport aux six distances au plan vertical-longitudinal (pag. 352 & suiv.).

D'après cette considération, à laquelle nous renvoyons, les distances des cinq tranches seront :

TRANCHES.

1. $20{,}937 + (21{,}209 - 20{,}937) \times \left\{ \begin{matrix} N\ \bar{1},6848432 \\ = 0.483976 \end{matrix} \right\} = 21{,}0686473$

2. $21{,}209 + (21{,}698 - 21{,}209) \times \left\{ \begin{matrix} N\ \bar{1},6748512 \\ = 0\ 4729891 \end{matrix} \right\} = 21{,}4381712$

3. $21{,}698 + (22{,}299 - 21{,}698) \times \left\{ \begin{matrix} N\ \bar{1},6\ 73406 \\ = 0{,}454299 \end{matrix} \right\} = 21{,}971033$

4. $22{,}299 + (22{,}315 - 22{,}299) \times \left\{ \begin{matrix} N\ \bar{1},6728725 \\ = 0{,}470839 \end{matrix} \right\} = 22{,}3065343$

5. $22{,}315 - (22{,}315 - 22{,}214) \times \left\{ \begin{matrix} N\ \bar{1}.6513605 \\ = 0.448085 \end{matrix} \right\} = 22{,}2697434.$

où l'on peut remarquer que les droites menées du centre de gravité d'une section à celui de l'autre dans chaque tranche, ayant leur inclinaison vers l'arrière, excepté dans la dernière, c'est-à-dire, le centre de gravité de la section supérieure étant moins éloigné du plan vertical que celui de la section inférieure, la petite quantité exprimée dans le second membre est à ajouter ; elle est à soustraire pour la cinquième tranche.

3°. *Des distances de Centre de Gravité des Tranches à la section d'eau supérieure.*

Pour la détermination du centre de gravité des tranches par rapport aux plans verticaux longitudinal & latitudinal, c'est la différence des distances de ceux des sections supé-

rieures & inférieures que l'on partage dans le rapport de la hauteur de la tranche à la distance de son centre de gravité à la supérieure. Quant à la détermination de ce centre de gravité par rapport à un plan horizontal, par exemple à la section d'eau supérieure, elle a été portée (page 356) à cause du besoin qu'on en avoit dès-lors; il faudra ajouter à la quantité trouvée, pour la seconde tranche, une hauteur de tranche; pour la troisième, deux hauteurs; pour la quatrième, trois hauteurs; pour la cinquième, il n'y aura à ajouter que trois hauteurs & un tiers; pour le petit fond, que trois hauteurs deux tiers. Ainsi nous aurons pour les distances de centre de gravité de tranche à la section d'eau supérieure :

Première Tranche	....		0,40317
2. dito....	$0{,}833 + 0{,}394$	=	1,227
3. dito.	$2, \times 0{,}833 + 0{,}37843$	=	2,04443
4. dito.	$3 \times 0{,}833 + 0{,}130736$	=	2,629736
5. dito.	$\frac{10}{3} \times 0{,}833 + 0{,}124418$	=	2,901084
Petit fond.	$\frac{34}{9} \times 0{,}833$	=	3,0737

Il n'échappera pas que c'est parce que les deux tranches inférieures, ainsi que le fond, n'ont qu'un tiers de la hauteur de chacune des trois tranches supérieures, qu'on prend seulement trois hauteurs un tiers ou $\frac{10}{3} \times 0{,}833$, pour l'ajouter à la hauteur du centre de gravité de la cinquième tranche à sa section supérieure.

On voit que la distance de celui de la quatrième a aussi été calculée sur ce tiers de hauteur.

Quant au centre de gravité du petit fond, le considérant comme paraboloïde, il est à un tiers de la cinquième

ſection d'eau, conſidérée comme baſe du paraboloïde; car (Méc. 298) l'expreſſion de la diſtance du centre de gravité à la baſe, pour les ſolides de révolution, eſt généralement $\frac{\int \frac{c\,y^2\,(b-x)\,dx}{2\,r}}{S}$ faiſant $c =$ la circonférence du cercle; $r =$ ſon rayon; $S =$ la ſolidité du paraboloïde; $b =$ la diſtance du ſommet à le baſe; $x =$ les abſciſſes à partir du ſommet, & $y =$ les ordonnées de la courbe génératrice. Mettant dans l'expreſſion du numérateur $p\,x = y\,y$, & la développant, on aura $\frac{c\,p}{2\,r} \times \int (b\,x\,dx - x^2\,dx)$; intégrant, on aura $\frac{c\,p}{2\,r} \times \left(\frac{b\,x^2}{2} - \frac{x^3}{3}\right)$; x devenant $= b$, on aura $\frac{c\,p}{2\,r} \times \left(\frac{b^3}{2} - \frac{b^3}{3}\right) = \frac{1}{12} \times \frac{c\,p}{2\,r}\,x\,dx$.

Pour avoir S, prenons l'expreſſion de la ſolidité du ſolide de révolution (Méc. n°. 102) $\frac{c\,y^2\,dx}{2\,r}$; y introduiſant la valeur de $y\,y = p\,x$, on aura $\frac{c\,p}{2\,r}\,x\,dx$; intégrant $\frac{c\,p}{2\,r} \times \frac{x^2}{2}$; faiſant $x = b$, on a $\frac{1}{4} \times \frac{c\,p}{r}\,b^2 = S$; donc

$$\frac{\int \frac{c\,y^2\,(b-x)\,dx}{2\,r}}{S} = \frac{\frac{1}{12} \times \frac{c\,p}{r}\,b^3}{\frac{1}{4} \times \frac{c\,p}{r}\,b^2} = \frac{1}{3}\,b.$$

Cette diſtance étant d'un tiers de la hauteur du paraboloïde $= \frac{1}{9} \times 0{,}833$, doit être ajoutée à la hauteur des deux petites tranches, immédiatement au-deſſus, enſemble $= \frac{2}{3} \times 0{,}833$, & à la hauteur des trois tranches ſupérieures enſemble $= 3 \times 0{,}833$; on aura par conſéquent pour cette diſtance $(3 + \frac{2}{3} + \frac{1}{9}) \times 0{,}833 = \frac{34}{9} \times 0{,}833$.

Avec les distances du centre de gravité des tranches aux trois plans perpendiculaires entre eux & leur solidité particulière, on aura les momens; on sait ce qu'il faut faire alors pour avoir la position du centre de gravité de système, & c'est ce que nous allons exécuter.

Nous observons que le calcul de déplacement (Tableau 13), comprenant les trois tranches supérieures ensemble & les deux inférieures de même, nous avons besoin ici de le faire par tranches; pour cela, il faut multiplier la somme des sections supérieures, inférieures & moyennes de chaque tranche par le tiers de la hauteur de la tranche, ainsi :

TRANCHES.	1. $870,65 \times \frac{1}{3} \times 0,833 =$	$241,75$
	2. $674,99 \times \frac{1}{3} \times 0,833 =$	$187,42$
	3. $443,21 \times \frac{1}{3} \times 0,833 =$	$123,06$
	4. $280,19 \times \frac{1}{9} \times 0,833 =$	$25,932$
	5. $175,61 \times \frac{1}{9} \times 0,833 =$	$16,254$
	Petit fond............	$5,731$
	(*)	$600,147$

Calculons maintenant le moment des tranches pour en conclure la position du centre de gravité de la partie submergée :

(*) Ces multiplications en détail donnent une petite différence dans la fraction, elle est seulement de 0,004, & par conséquent négligeable.

SOLIDITÉ DES TRANCHES.	DISTANCES AUX PLANS.	MOMENS par rapport au plan vertical-longitudinal.	MOMENS par rapport au plan vertical-latitudinal.	MOMENS par rapport au plan de flottaison.
241,750 ×	5,520634	1334,612		
	21,0686473	....	5093,334	
	0,40317	....	....	97,466
187,420 ×	5,74043126	1075,870		
	21,4381712	....	4017,950	
	1,227	....	....	229,964
123,060 ×	5,702021	701,690		
	21,971033	....	2703,751	
	2,04443	....	....	251,588
25,932 ×	5,63323	146,081		
	22,2065343	....	578,452	
	2,629736	....	....	68,194
16,254 ×	5,551874	90,240		
	22,2697434	....	361,972	
	2,901084	....	....	47,154
5,731 ×	5,49523	31,493		
	22,214	....	127,308	
	3,0737	....	....	17,615
600,147		3379,986	12882,767	711,981
1 / 600,147 ×	3379,986 = 5,631936			
	12882,767 = 21,46624			
	711,981 = 1,1863445			

4°. *Conclusion.*

Ainsi le calcul donne pour la partie submergée, un poids représenté par 600,147 mt., & pour la distance de son centre de gravité:

Au plan vertical-longitudinal........	5,631936
Au plan vertical-latitudinal.........	21,46624
Au plan horizontal................	1,1863445

$$600,147 \text{ m}^{c}. \times \frac{29.174}{28} = 625,3103 \text{ tonneaux.}$$

Mais le déplacement du bâtiment avant son inclinaison n'est que de 624,6855 tonneaux (comme nous le verrons dans le paragraphe suivant); ainsi la flottaison supérieure a été placée un peu trop haut, & donne par-là un excédent de déplacement de $625,3103 - 624,6855 = 0,6248$; il faut le réduire d'autant. Comme c'est une quantité fort petite, nous nous contenterons de baisser la flottaison de manière à avoir la très-mince tranche contenant ladite quantité : nous la considérerons comme un prisme droit ayant la flottaison pour base.

Cette flottaison supérieure a de surface (Tableau 13) 318,2582 m^c. Le prisme d'un mètre de hauteur, élevé sur cette base, auroit 318,2582 m^c., ou, multipliant par $\frac{29.174}{28}$, 331,60244 tonneaux.

$$331,60244 : 1 \text{ m}^{c}. :: 0,6245 \text{ t}^{x} : 0,0018833 \text{ m}^{c}.$$

Ainsi la flottaison supérieure devra être baissée de 0,0018833 m^r.

Cette nouvelle position changera un peu celle du centre de gravité. Pour en connoître la nouvelle distance, prenant pour celle de la tranche 0,6248 retranchée, celle 5,30829 (p. 352, l. 11) du centre de gravité du plan de flottaison supérieure, vu sa très-petite épaisseur; appelant x, celle cherchée du nouveau déplacement 624,6855, on aura

aura pour diſtance au plan vertical-longitudinal

$$624{,}6855 \times x + 0{,}6248 \times 5{,}30829 = 625{,}3103 \times 5{,}631936$$

d'où $x = \frac{625{,}3103 \times 5{,}631936 - 0{,}6248 \times 5{,}30829}{624{,}6855} = 5{,}632403.$

La diſtance x' au plan vertical-latitudinal ſera
$x' = \frac{625{,}3103 \times 21{,}466 - 0{,}6248 \times (20{,}937 \text{ (p. 360, l. 26)})}{624{,}6855} =$
$21{,}5156.$

III.

Calcul du Déplacement, ou Poids du Bâtiment droit, & de ſon Centre de Gravité de ſyſtème.

Nous prenons d'abord les réſultats de celui qui a été fait dans la deuxième ſection, à l'occaſion de la recherche de l'aſſiette, où l'on trouve :

Pour le poids du bâtiment (p. 323, l. 14), 589,876 ou 590 tonneaux.

Pour la diſtance de ſon centre de gravité de ſyſtème :

Au trait du deſſous de la quille (p. 324, l. 13), 4,4644 m^{r}.

Au plan du 8 arrière (p. 325, l. 1), 20,713 *id.*

Ce ne ſont que les poids & centre de gravité de coque ; il faut les procurer pour le ſyſtème de la coque & des bas mâts, leurs manœuvres, chaînes de haubans, hunes.

A l'égard de ces dernières parties, on les trouve, ſuivant ce qui a été enſeigné dans les chapitres IV & V de la première ſection de cette quatrième partie, comme il ſuit :

	POIDS EN LIVRES.		Distances des Centres de Gravité au dessous de la Quille.	MOMENS.
Grand Mât cerclé...	8902			
Manœuvres........	7926	20390	38 pi.	774820
Chaînes de Haubans.	3562			
Mât de Misaine....	7658			
Manœuvres........	5627	16341	37,5	612787
Chaînes de Haubans.	3056			
Beaupré..........	4909	5761	29	167069
Manœuvres........	852			
Mât d'Artimon.....	2430			
Manœuvres........	1398	4869	31	150939
Chaînes de Haubans.	1041			
		47361		1705615

ou 23,6855 tonneaux.

$\frac{1705615}{47361} = 36$ pi. : centre de gravité de système des bas mâts & accessoires.

	POIDS.	DISTANCES.	MOMENS.
Grande Hune.........	5 tx.	78	390
Hune de Misaine.......	4	73.	292
Hune d'Artimon.......	2	66	132
	11 (*)		814
Systèmes des Mâts......	23,6855	36	852,678
	34,6855		1666,678

$\frac{1666,678}{34,6855} = 48,051$ pi. ou 48 pi. 7 l. ou 15,609 mt.

(*) La grande hune ne pèse pas 4 tonneaux ; celle de misaine n'en pèse qu'environ 3 : il faut y supposer quelques greslins ou autres poids pour faciliter l'abatage.

Mâts & Hunes.....	34,6855	15,6090	541,406
Coque	590	4,4644	2633,996
	(*) 624,6855		3175,402

$\frac{3175,402}{624,6855}$ = 5,07998 mètres : distance du centre de gravité du bâtiment au-dessous de sa quille, dans sa situation actuelle où il pèse 624,6855.

Il faut pareillement avoir son centre de gravité par rapport à un plan vertical-latitudinal, par exemple celui passant par le 8 arrière.

Distances au 8 arrière.	Du Mât d'Artimon..........	7,608 m^{t}.
	Du grand Mât	18,48
	Du Mât de Misaine..........	37,989
	Du centre de gravité de Beaupré.	47,726

Réduction en Tonneaux des poids de Mâts ajoutés aux Hunes.

	Du grand Mât.	Du Mât de Misaine.	Du Beaupré.	D'Artimon.
	20390 liv.	16341 liv.	5761 liv.	4869 liv.
	10,195 t^{x}.	8,1705 t^{x}.	2,8805 t^{x}.	2,4345 t^{x}.
Hunes...	5	4		2
	15,195	12,1705	2,8805	4,4345

(*) C'est à ce poids que nous renvoyons dans l'observation (page 368) d'après laquelle nous avons été obligés de baisser la flottaison en carène.

Calculons les momens, & concluons-en le centre de gravité cherché.

Grand Mât.....	15,1950	18,480	280,800
Mât de Misaine.	12,1705	37,989	462,330
Mât d'Artimon..	4,4345	7,608	33,776
Beaupré........	2,8805	46,725	134,59
Coque.........	590,0000	20,713	12221,00
	624,6855		13132,458

$\frac{13132,458}{624,6855} = 21,022$ mètres : distance du centre de gravité du bâtiment au 8 arrière dans son état actuel où il pèse 624,6855.

IV.

Calcul de l'équilibre de ce poids & de celui qu'il faut ajouter pour l'inclinaison, avec la poussée résidant dans le centre de gravité de la partie submergée pendant cette inclinaison.

L'effort de la pesanteur du bâtiment gît dans son centre
Pl. XXXI. de gravité de système c (*fig.* 105), distant du dessous de la quille de $c\,Q = 5,07998$ (p. 371, l. 4), donnant pour la distance horizontale lors de son inclinaison $c'\,Q = 4,6762$ (sinus de l'angle 67 degrés, 5,07998 en étant le rayon). Cette distance est en même temps celle au plan vertical-longitudinal, par la position que l'on a donnée à sa projection $A\,B$.

Il est sollicité par l'effort de la pression ou de la poussée du fluide gissant dans le centre de gravité du déplacement (le bâtiment incliné), à se redresser tournant sur son

centre de gravité de ſyſtème c; cet effort ou le centre de gravité de déplacement étant à une diſtance de 5,632 (p. 369, l. 3) du plan vertical-longitudinal, par conſéquent ne paſſant pas par ce centre de gravité, & étant du côté de l'inclinaiſon; mais il eſt maintenu dans cette poſition inclinée par des cayornes frappées à la tête des mâts majeurs, & crochetées ſur des pontons de carène.

Comme ces pontons, par leur immerſion, forment un poids réel, diſtribués aux têtes des deux mâts majeurs, ils augmentent d'autant la charge du bâtiment; ſon déplacement ſera donc augmenté d'une tranche équivalente à ce poids; & comme la hauteur en ſera petite, cette tranche pourra être conſidérée comme un priſme droit, élevé ſur la ſection d'eau ſupérieure, & aura, aux plans verticaux, la même diſtance de centre de gravité que la ſection; ſavoir, 5,30829 (p. 352, l. 10), 20,937 (p. 360, l. 26).

Etabliſſons les données que nous avons pour la ſolution de la queſtion, où nous ne conſidérons que des forces verticales, & par conſéquent des diſtances horizontales aux plans verticaux.

Suppoſant le bâtiment tourner ſur ſon centre de gravité de ſyſtème c, nous y faiſons paſſer les axes des momens.

Les diſtances à l'axe horizontal longitudinal $L\,l$ (*fig.* 106) ſeront donc: pour le centre de gravité de déplacement de la partie ſubmergée, $c\,g = (5{,}632 - 4{,}676)$ (ci-deſſus & p. 372) $= 0{,}956 =$ généralement e.

Pour le centre de gravité de la tranche à y ajouter $c\,K = (5{,}308 - 4{,}676)$ (voyez ci-deſſus) $= 0{,}632 = e'$.

Faiſant le déplacement & en même temps le poids propre du bâtiment 624,6855 tonn. ou 599,547 mètres

cubes $= D$, & la flottaiſon 318,2582 mètres carrés (Tableau 13) $= f$; la hauteur cherchée de la tranche à ajouter $= h$; on aura le moment de l'effort tendant à redreſſer le bâtiment $D \times e + f\,h\,e'$.

Voyons celui qui doit le contenir dans ſa ſituation inclinée, toujours par rapport à l'axe horizontal $L\,l$: nous ſavons qu'il eſt à tête de mâts.

	Grand Mât.	Mât de Miſaine.
Longueur.................	84 pi.	78 pi.
du pied au-deſſous de la quille..	3	4
	87	82
Tonn...............	$9\frac{1}{2}$	9
	$77\frac{1}{2}$	73
ou bien..................	25,175 mt.	23,714 mt.
à déduire la diſtance du centre de gravité de...........	5,07998 (p. 372, l. 18)	5,07998
Diſtances au courant de la mâture..................	20,09502	18,63402
Diſtances horizontales, ou ſinus de 67°, ces quantités priſes pour rayon..........	$18{,}498 = M$	$17{,}153 = m$.

Il doit être réparti à ces deux mâts un poids $= f\,h$; & comme cette répartition eſt auſſi à chercher, nous appellerons $f\,h'$ le poids au mât de miſaine; par conſéquent $f\,h - f\,h'$, celui au grand mât; & pour qu'il y ait équilibre latéralement, il faudra avoir $D\,e + f\,h\,e' = (f\,h - f\,h')\,M + f\,h'\,m$.

Les diſtances à l'axe horizontal-latitudinal $c\,C'$ ſuppoſé auſſi paſſer par le centre de gravité de ſyſtème, ſeront :

Pour le centre de gravité de la partie ſubmergée : $Cg = 21{,}5156 - 21{,}022$ (p. 369, l. 6 ; p. 372, l. 9) $= 0{,}4936 = \epsilon$.

Pour le centre de gravité de la tranche à ajouter : $K\,c' = 20{,}937 - 21{,}022$ (p. 360, l. 26 ; p. 372, l. 9) $= -0{,}085 = -\epsilon'$.

Quant à la diſtance des poids à la tête des mâts, elle eſt la même que celle de leur emplacement.

	Grand Mât.		Mât de Miſaine.
Diſtances au 8 arrière (p. 371, l. 12.)........	18,48	(p. 371, l. 13)	37,989
à déduire la diſtance du centre de gravité de ſyſtème (p. 372, l. 9)......	21,022		21,022
Diſtance au centre de gravité de ſyſtème $c\,L = -L = -$	2,542 ;		$c\,l = l =$ 16,967

L'équilibre longitudinalement & par rapport à un plan vertical-latitudinal où gît l'axe horizontal $c\,C'$, ſera donc

$$D\,\epsilon - f\,h\,\epsilon' = f\,h'\,l - (f\,h - f\,h')\,L\,;$$

faiſant $D = d\,f$, & diviſant les deux équations par f, on aura :

Équilibre latéral : $d\,e + h'\,(M - m) = h\,(M - e')$, ou $h' = \frac{M - e'}{M - m}\,h - \frac{d\,e}{M - m} =$ (comme on le verra ayant la valeur de h) 0,06094 ; d'où $f\,h' = 0{,}06094 \times 318{,}2582 = 19{,}39466$.

Equilibre longitudinal : $d\varepsilon + hL - h\varepsilon' = h'L + h'l$.

En y introduisant la valeur de h', on aura :

$d\varepsilon + hL - h\varepsilon' = \frac{M-e'}{M-m}Lh - \frac{de}{M-m}L + \frac{M-e'}{M-m}lh - \frac{de}{M-m} \times l$; ou $h \times \left(\mp L \pm \varepsilon' \pm \frac{M-e'}{M-m}L \pm \frac{M-e'}{M-m}l\right) = \pm d\varepsilon \pm \frac{de}{M-m}L \pm \frac{de}{M-m}l$; ou enfin $h = \frac{d\varepsilon + \frac{deL}{M-m} + \frac{del}{M-m}}{\varepsilon' - L + \frac{M-e'}{M-m}L + \frac{M-e'}{M-m}l} = 0{,}1054128$, & $fh = 0{,}1054128 \times 318{,}2582 = 33{,}5485$.

Maintenant $h' = \frac{M-e'}{M-m} \times 0{,}1054128 - \frac{de}{M-m} = 0{,}06094$, comme nous l'avons noté d'avance, & $fh' = 0{,}06094 \times 318{,}2582 = 19{,}39466$; d'où $fh - fh' = 33{,}5485 - 19{,}39466 = 14{,}15384$.

Les équations d'équilibre latéral & longitudinal deviendront donc :

Equilibre latéral.

(De) $599{,}547 \times 0{,}956203 + (fhe')$ $33{,}5485 \times 0{,}63209 = 594{,}49 = (f(h-h')M)$ $14{,}15384 \times 18{,}498 + (fh'm)$ $19{,}39465 \times 17{,}153 = 594{,}49$.

Equilibre longitudinal.

$(D\varepsilon)$ $599{,}547 \times 0{,}4936 - (fh\varepsilon')$ $33{,}5485 \times 0{,}085 = 293{,}08 = (fh'l)$ $19{,}39466 \times 16{,}967 - ((fh-fh')L)$ $14{,}15384 \times 2{,}542 = 293{,}08$.

Pour compléter l'idée de cet équilibre, remarquons que l'on peut réduire les poids à la tête des mâts, en un seul gissant dans le centre de gravité de systême μ de ces deux

deux poids (*fig.* 106); que l'on peut réduire aussi les efforts de la poussée verticale du fluide gissant: d'une part, dans le centre de gravité C du déplacement pour le poids du bâtiment; de l'autre, dans celui c' du déplacement de la tranche pour le poids à tête de mâts; que l'on peut réduire ces deux efforts, dis-je, en un seul gissant au point x, centre de gravité de système de ces deux efforts.

Alors on a un levier du second genre où c est le point d'appui, x une force verticale de bas en haut, à balancer par la force verticale de haut en bas μ; par conséquent, les points c, x, μ, déterminent une droite, hypothénuse du triangle $c\ \mu\ \mu'$ semblable à celui $c\ x\ b$; d'où on aura la valeur de $x\ b$, qui, étant d'ailleurs donnée par les élémens de l'équilibre selon les grands & petits axes, offrira par son égalité une dernière vérification de la solution du problème.

Pour avoir de cette manière la valeur de $x\ b$, il faut se procurer:

1°. L'hypothénuse Mm par cette équation

$$\sqrt{(Ll^{2})\,\overline{19{,}509}^{2} + (ML - ml)^{2}\,\overline{1{,}345}^{2}} = (Mm)\,19{,}5553.$$

2°. Le centre de gravité de système μ du poids à tête de mâts par cette proportion :

$(fh)\ 33{,}5485 : (Mm)\ 19{,}5553 :: (fh')\ 19{,}39466 :$ $(M\mu)\ \frac{19{,}5553}{33{,}5485} \times 19{,}39466 = 11{,}30508.$

3°. Le côté $\mu\ \mu'$ du triangle rectangle $\mu\ \mu'\ c$ d'abord par cette proportion:

$(Mm)\ 19{,}5553 : (M\mu)\ 11{,}305{,}08 :: (Ll)\ 19{,}509 :$ $(M'\mu)\ \frac{11{,}30508}{19{,}5553} \times 1{,}9509 = 11{,}27831.$

Enſuite par cette équation :

$(M'\mu)$ 11,27831 — $(M'\mu')$ ou (cL) 2,542 = $(\mu\mu')$ 8,73631.

4°. Le côté $\mu' c$ du même triangle : d'abord par cette proportion :

(Ll) 19,509 : $(ML - ml)$ 1,345 :: $(M'\mu)$ 11,27831 : (MM') $\frac{1,345}{19,509} \times 11,27831 = 0,777556$.

Enſuite par cette équation :

(ML) 18,498 — (MM') 0,777556 = $M'L$ ou $(\mu' c)$ 17,72044.

5°. Le côté cb du triangle rectangle cbx : pour cela il faudra d'abord déterminer b par cette proportion :

(D) 599,547 + (fh) 33,5485 : (fh) 33,5485 :: $(e - e')$ ou (gK) 0,956203 — 0,63209 : (gb) 0,01717514.

Enſuite vous aurez cb par cette équation :

(e) ou (cg) 0,956203 — (gb) 0,01717514 = (cb) 0,93902786.

6°. Reſte à faire la proportion :

$(\mu' c)$ 17,72044 : $(\mu\mu')$ 8,73631 :: (cb) 0,93902786 : (xb) 0,462948.

Or déterminant x ou B par rapport à l'axe latitudinal par cette proportion :

(D) 599,547 + (fh) 33,5485 : (fh) 33,5485 :: (Cg) ou (ι) 0,4936 + (Kc') ou (ι') 0,085 : AC ou (ax) 0,0306607.

Nous n'avons plus qu'à faire cette équation :

$((Cg)$ ou (ι) 0,4936 — (Ac) ou (ax) 0,0306607$)$ = 0,4629393.

On voit que les deux quantités 0,462948 & 0,4629393 ſont égales juſques & compris les dix millièmes.

NOTES.

(*a*) [Page 271.] DEPUIS la composition de ce Chapitre, on a trouvé que le centre de gravité de système du canon & de son affût, étoit assez exactement dans le dessus de l'affût. La distance du centre de gravité de l'affût à la plate-forme a été reconnue par calcul sur un dessin, aux $\frac{63547}{145000}$ de la hauteur de l'affût, & par expérience sur un modèle, aux $\frac{12}{26} = \frac{66923}{145000}$ de cette même hauteur. Prenant le moyen à-peu près $\frac{64444}{145000} = \frac{12}{27} = \frac{4}{9}$, on a un rapport facile à employer & satisfaisant.

Considérant ensuite que l'axe du canon est au $\frac{1}{7}$ du diamètre du tourillon ou du calibre de la pièce, plus haut que le dessus de l'affût, & faisant le calcul, on trouvera sensiblement, comme il vient d'être dit, le centre de gravité de système dans la partie supérieure de l'affût : plutôt plus haut que plus bas..... peut-être de $\frac{1}{90}$.

(*b*) [Page 272.] Prenant $\frac{80}{200} = \frac{2}{5}$, la négligence seulement d'un 200e. donne un rapport plus commode.

(*c*) [Page 276.] Quant à la distance du centre de gravité à un plan vertical-latitudinal, par exemple à un faux 8 arrière, il faut considérer que cette distance pour une batterie, à l'égard du plan vertical passant par l'axe des canons de l'arrière, est à la moitié de la somme des distances entre les canons d'axe à axe : par exemple, pour un vaisseau de 74, ayant 14 canons de 36 par bord, il y a 13 distances de 10 pieds 4 pouces; qu'il y ait de l'axe des canons de l'arrière au faux 8, un intervalle de 10 pieds, on aura pour distance du centre de gravité de la batterie, 10 pieds $+ \frac{1}{2} \times 13 \times 10$ pieds 4 pouces $= 77,166$ pieds.

La distance pour la seconde batterie, en échiquier, est la même.

On peut estimer aussi la même distance pour la batterie des gaillards, parce que, s'il n'y a que trois canons de l'avant contre cinq de l'arrière, ceux de l'arrière sont vers le milieu; en sorte que la distance du centre de gravité d'une batterie de vaisseau de 74, dont le premier canon seroit à 10 pieds du faux 8, se trouveroit à 77,166 pieds du plan de ce faux couple.

(*d*) [Page 277.] Ce n'est que 71.367 livres, d'après l'expérience de M. Duhamel : c'est par erreur que j'ai porté 71,375 dans ma traduction de Chapman, page 177. On sent qu'elle ne peut avoir une influence sensible sur notre calcul.

(c) [Page 295.] Quoique l'on n'ait befoin pour la folution du préfent problème que de la hauteur du centre de gravité, cependant on a donné, d'abondant, des renfeignemens pour s'en procurer la diftance à un plan vertical-latitudinal, par exemple à un faux 8 arrière, & à tous les articles dont je préfente ici le réfultat, excepté pour le left & la charge.

La charge, & quelquefois une partie du left, font divifées en tranches, terminées chaque par des fections horizontales, dont on recherche le centre de gravité à l'ordinaire, par rapport à un plan vertical-latitudinal de l'arrière. Ces centres de gravité conduifent à la détermination de celui des tranches; car, foit qu'on les confidère comme des trapèzes, eftimant les fections des quantités linéaires, ce qui n'eft permis que lorfqu'elles diffèrent peu en longueur; foit qu'on les confidère comme des troncs de cônes, ainfi qu'on l'a fait dans la troifième Section de cette quatrième Partie, ce qui eft plus exact, le centre de gravité pour chaque tranche eft dans la droite menée de celui d'une des bafes à celui de l'autre; on en a eu la diftance verticale à la bafe inférieure: ainfi il eft déterminé de pofition par cette opération, car fouftrayez la diftance de la bafe fupérieure de celle de la bafe inférieure; confidérez cette différence comme la bafe d'un triangle rectangle, dont l'hypothénufe eft la droite menée d'un centre de gravité de fection à l'autre; le troifième côté eft la hauteur de la tranche; cette hauteur, prife pour premier terme d'une proportion, dont le fecond fera la bafe du triangle, & le troifième la hauteur du centre de gravité de tranche, toujours par rapport à la bafe inférieure, donnera pour quatrième terme une quantité à fouftraire de la diftance du centre de gravité de cette même bafe, pour avoir celle du centre de gravité de tranche.

Le fond eft conique ou paraboloïdal, ou tient de l'un & de l'autre; on en peut eftimer le centre de gravité à la même diftance que celui de fa bafe (la fection inférieure), fi le left de pierre & de fer font répartis uniformément: mais fi l'on reconnoiffoit qu'il fallût placer tout le left de fer fur l'arrière pour n'être pas obligé de mettre le bâtiment dans un état de trop grande fouffrance par du left volant, alors il faudroit confidérer ce petit fond comme formé de deux portions de cône ou paraboloïde oppofées, d'une bafe commune, qui feroit une fection verticale-latitudinale vers les maîtres, de la hauteur du petit fond; on en détermineroit la pofition d'après la quantité & la pefanteur fpécifiques, refpectives, de ces deux fortes de left, & on en rechercheroit le centre de gravité fuivant les principes. Avec quelques fecours du Gouvernement, nous pourrons donner, par appendice, dans un grand détail, cette forte de calcul; mais il eft d'une exécution typographique trop délicate pour être propofé à l'entreprife.

TABLE

Du Tome II du Traité Élémentaire de la Construction des Bâtimens de Mer.

CHAPITRE II.

TROISIÈME SECTION.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

QUATRIÈME SECTION.

SECONDE PARTIE.

PREMIÈRE SECTION.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

SECONDE SECTION.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

TROISIÈME SECTION.

TROISIÈME PARTIE.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE V.

CHAPITRE VI.

CHAPITRE VII.

QUATRIÈME PARTIE.

PREMIÈRE SECTION.

CHAPITRE I.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

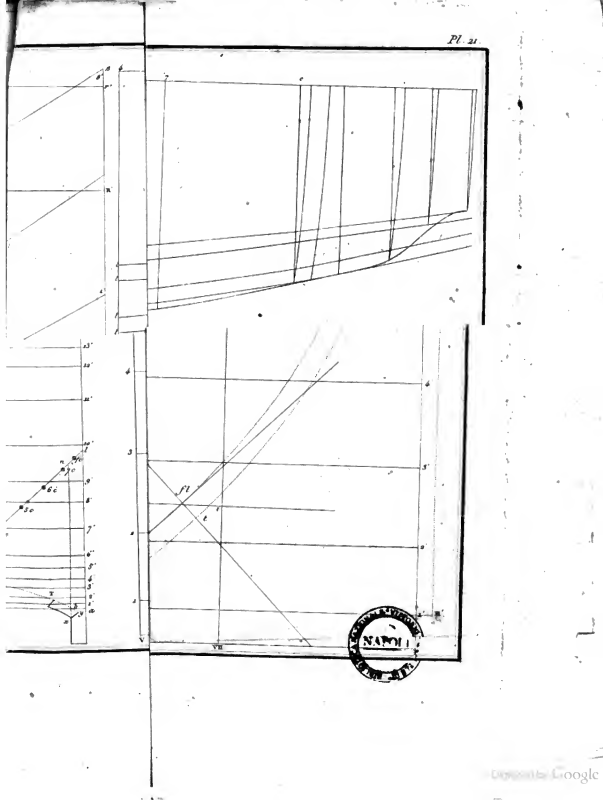
CHAPITRE XIII.

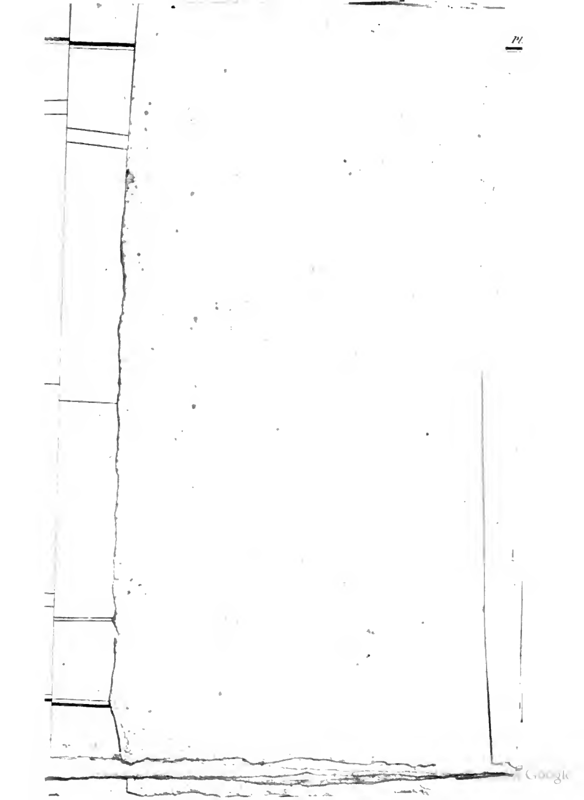
CHAPITRE XIV.

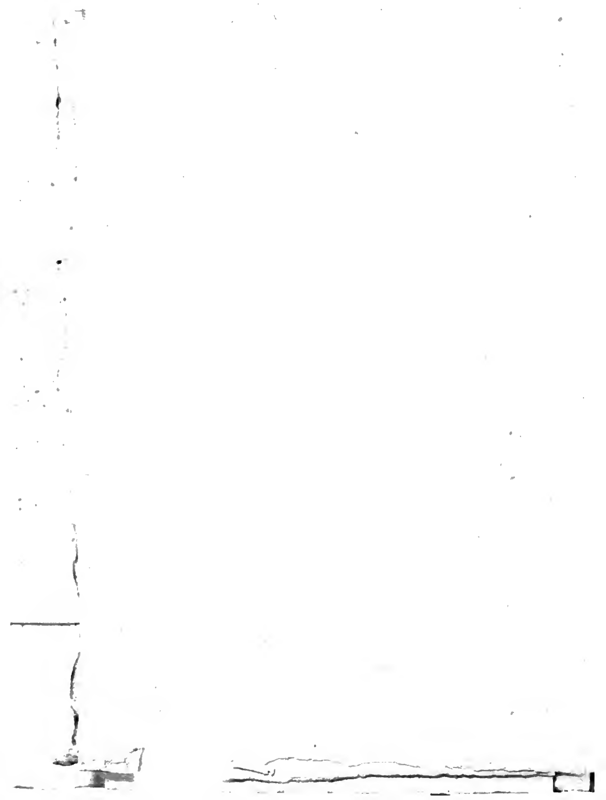
DEUXIÈME SECTION.

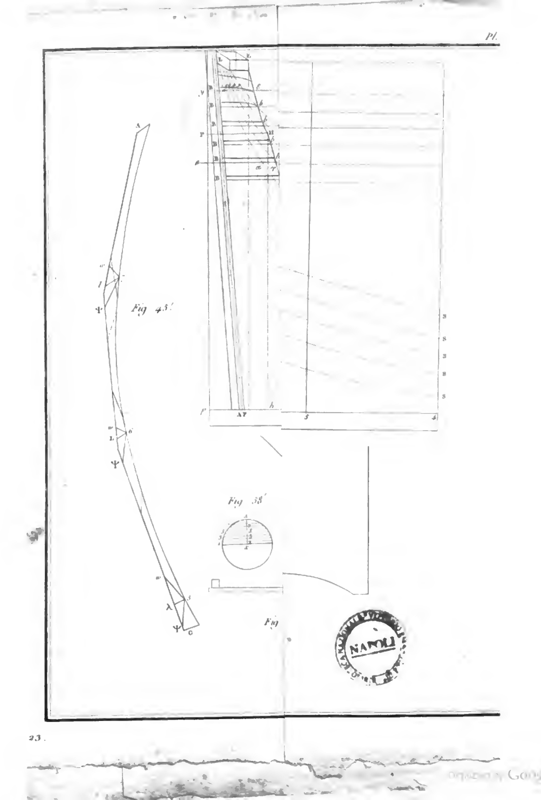
TROISIÈME SECTION.

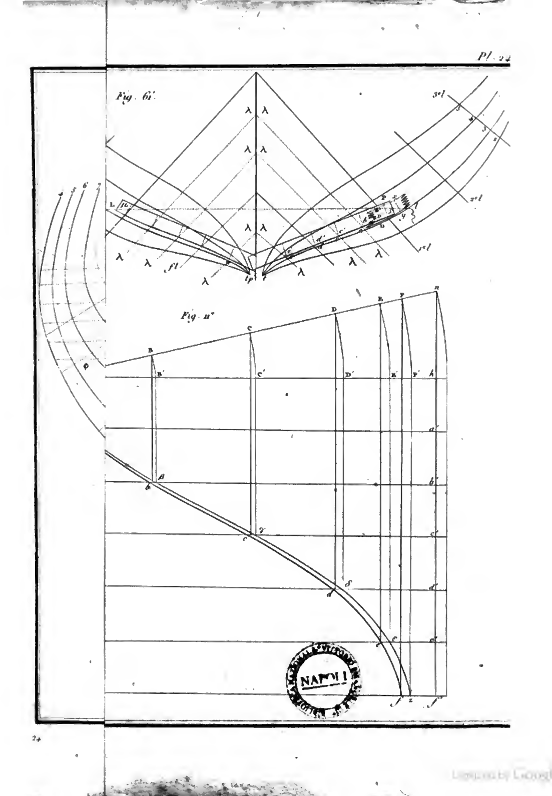
Fin de la Table du Tome II.



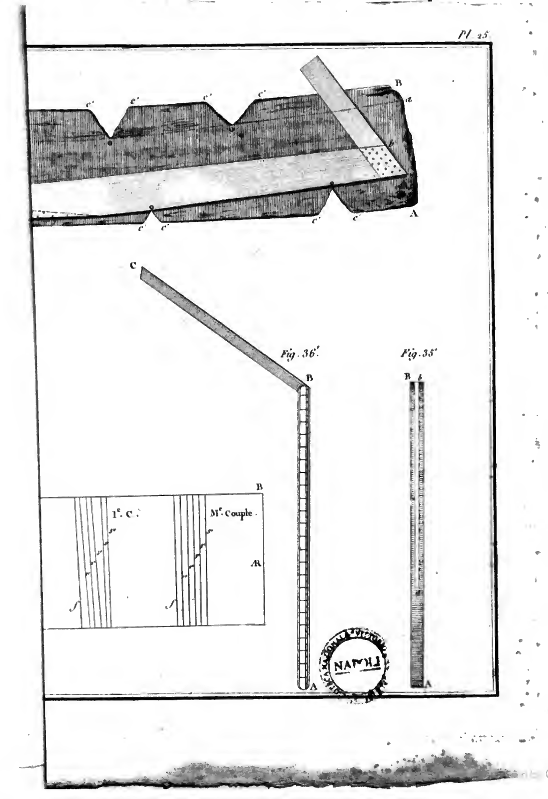




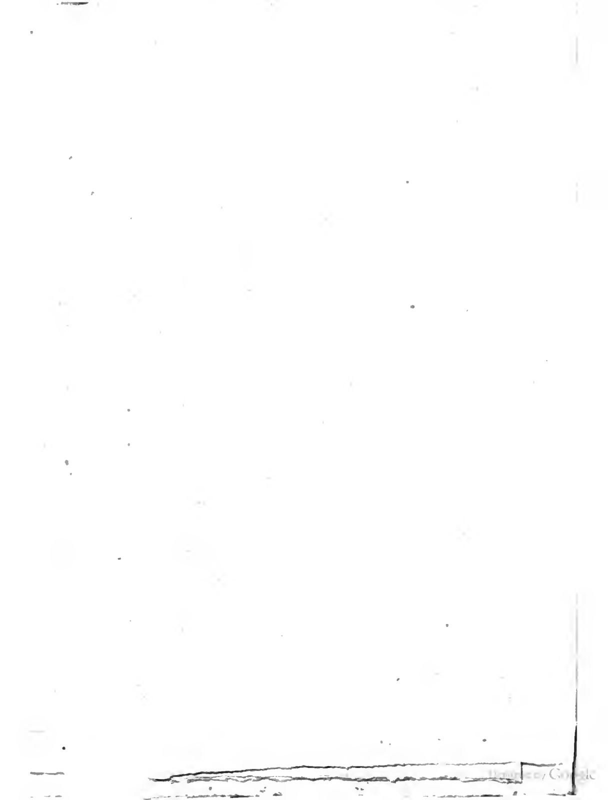

Fig. 43.'
Fig. 38.'
Fig
NAPOLI

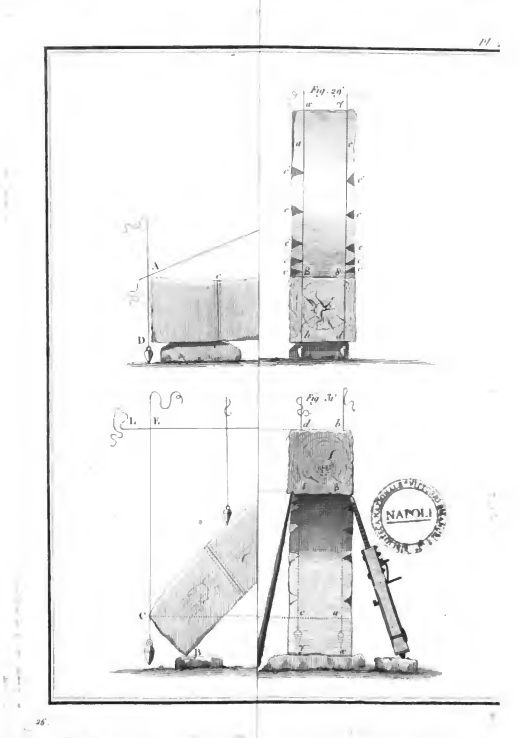


Pl. 24
Fig. 61.
Fig. 11.
NAPOLI
24

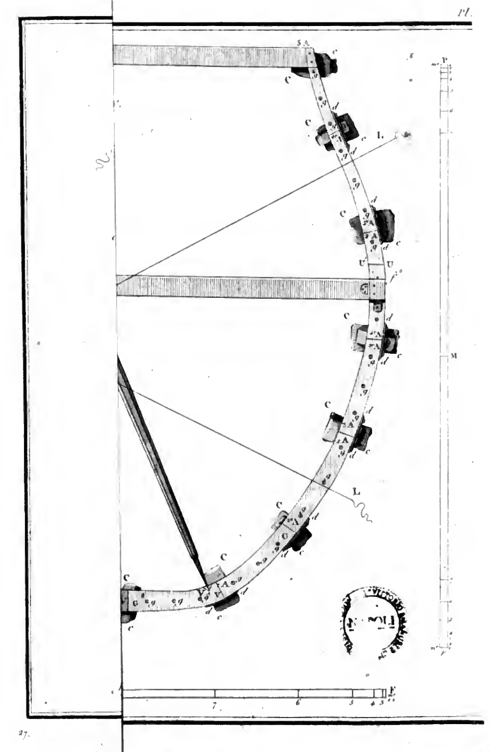


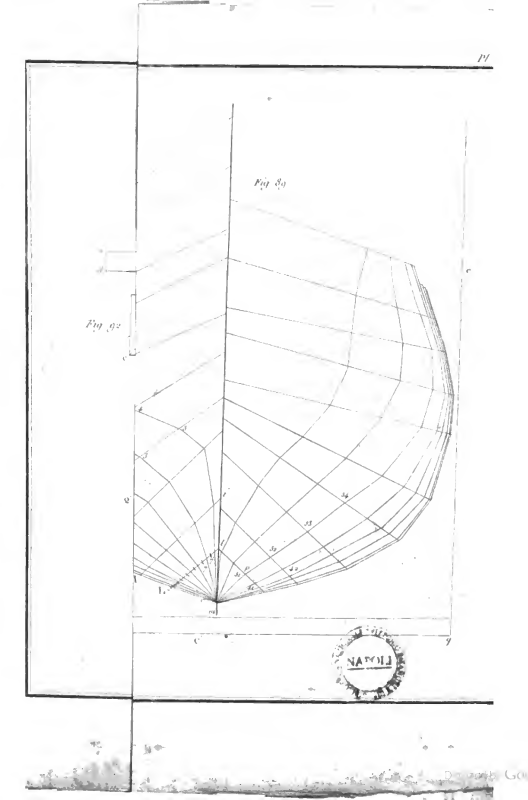
B
a
b
A
c'
C
Fig. 36.
B
A
Fig. 35.
B
b
A
B
1^e. C.
M^e. Couple.
A

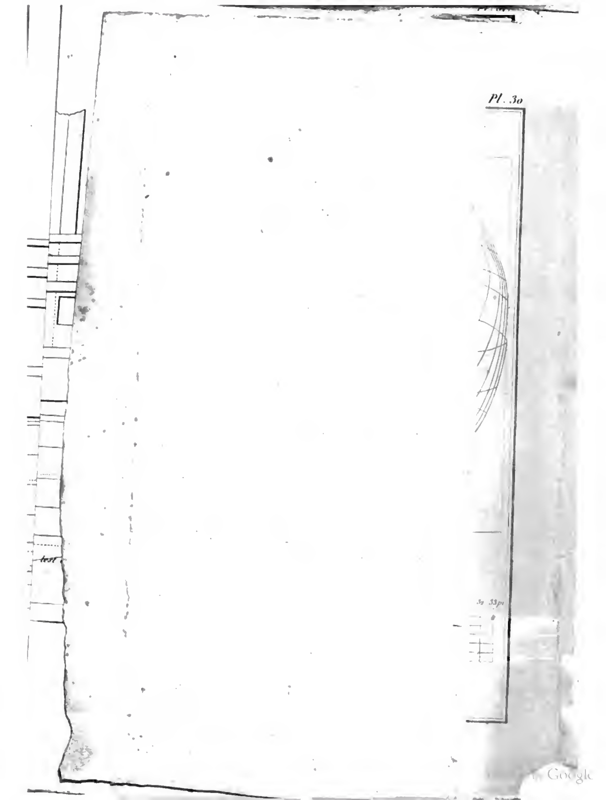


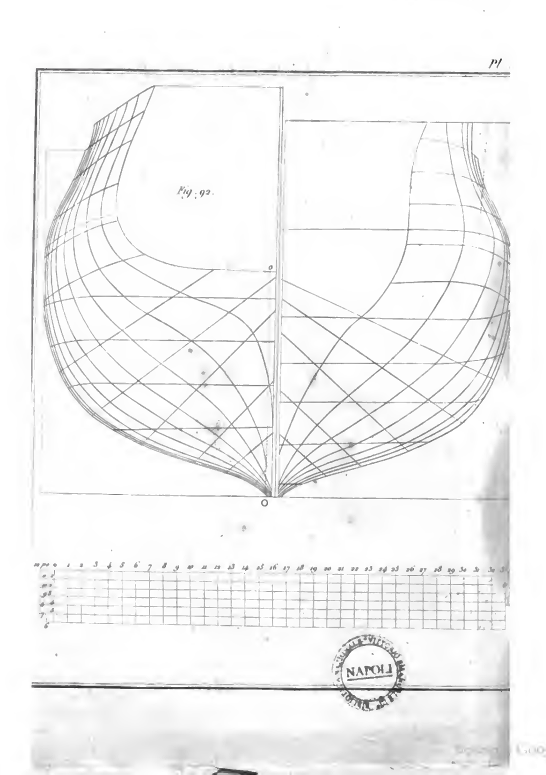


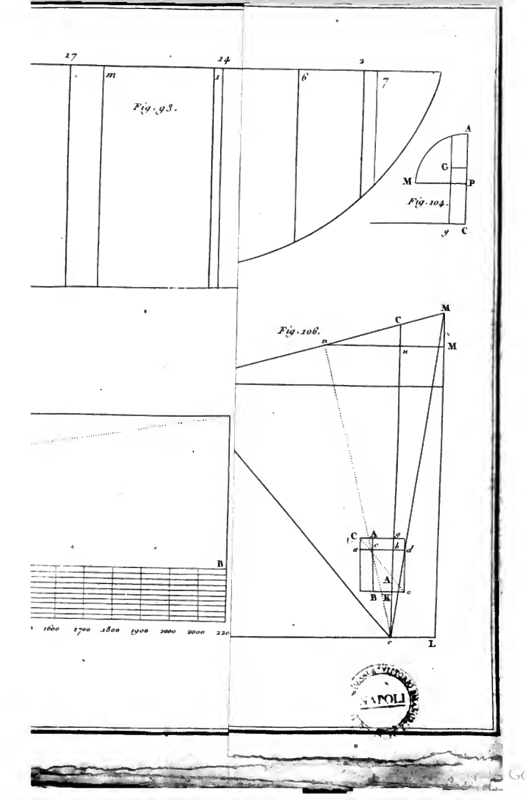
26.



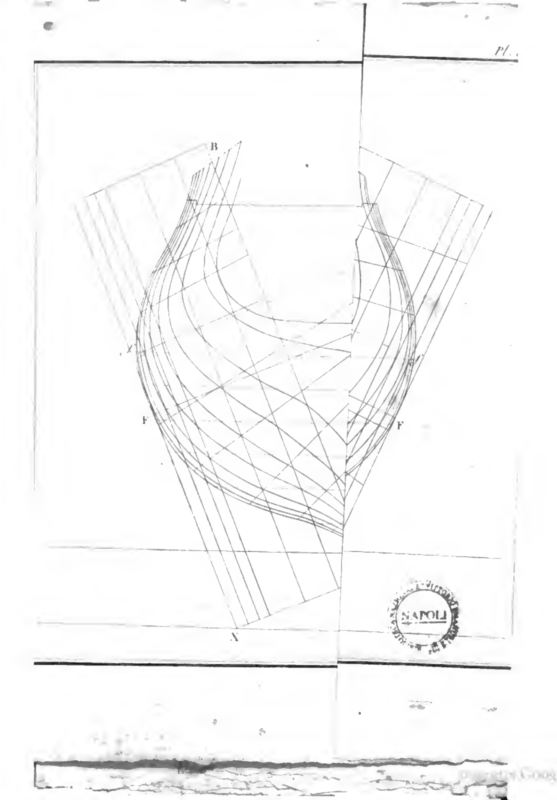

Pl
Fig. 89
Fig. 92

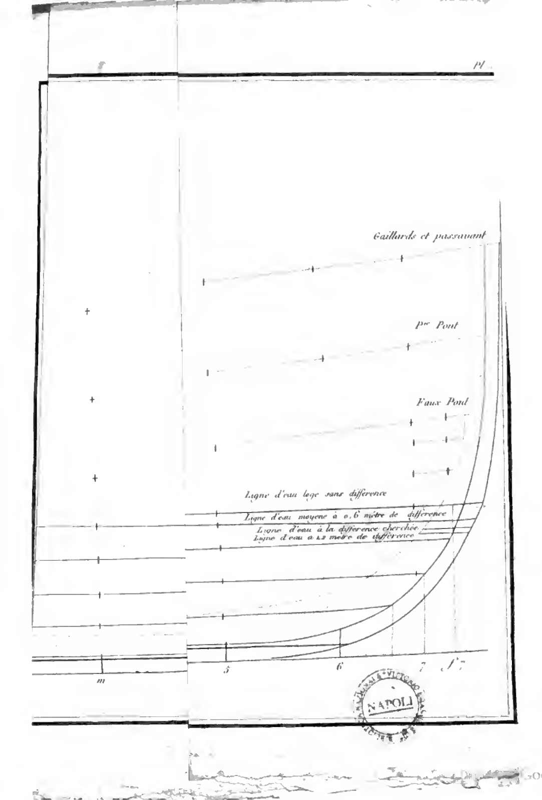

Pl. 30

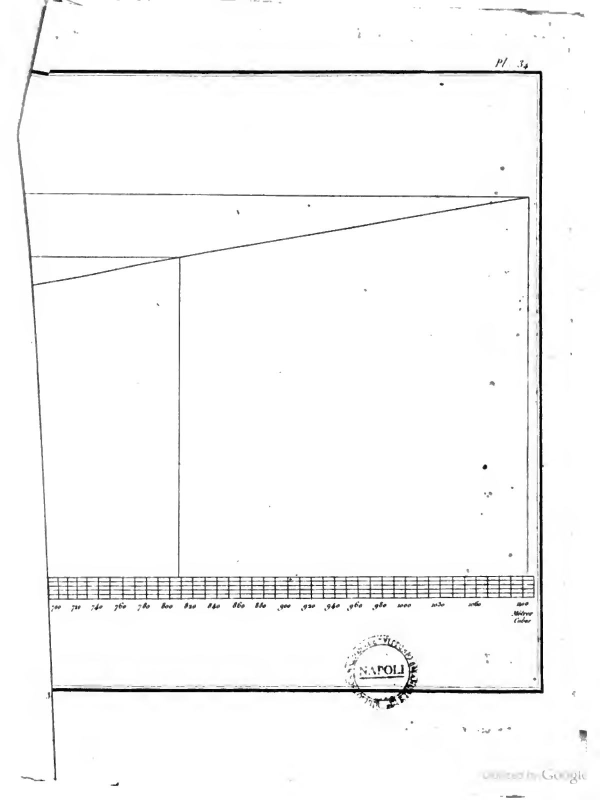

Fig. 92.

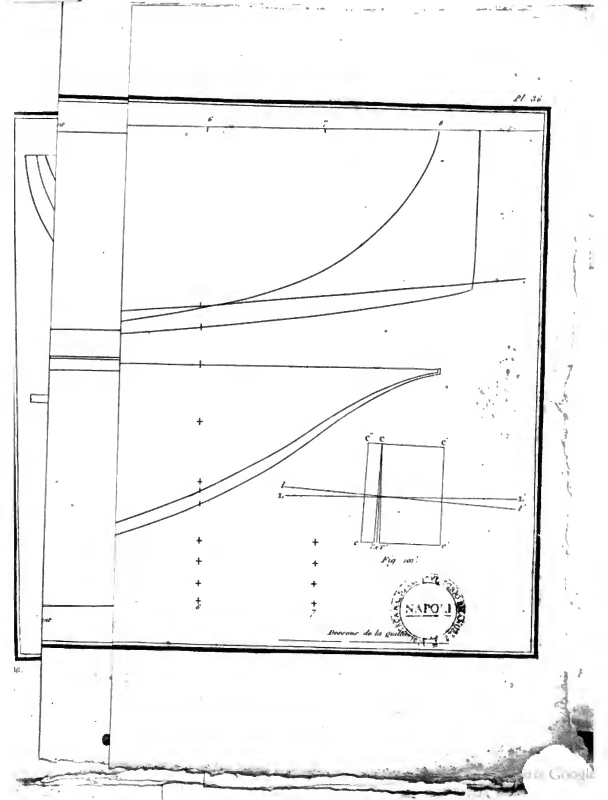


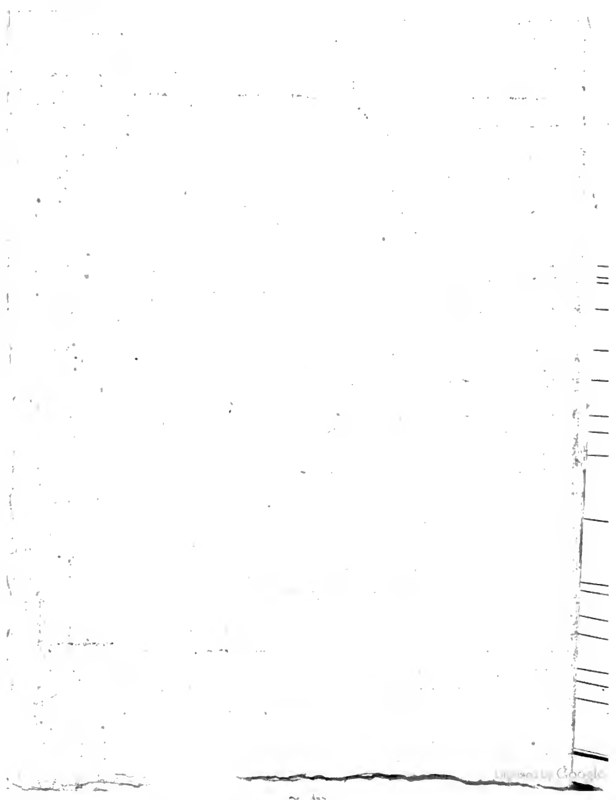
27
m
24
6
7
Fig. 93.
A
G
M
P
Fig. 104.
g
C
Fig. 106.
C
M
n
u
M
C
A
g
a
c
b
d
A
B
K
e
L
B
1600
1700
1800
1900
2000
2000
220

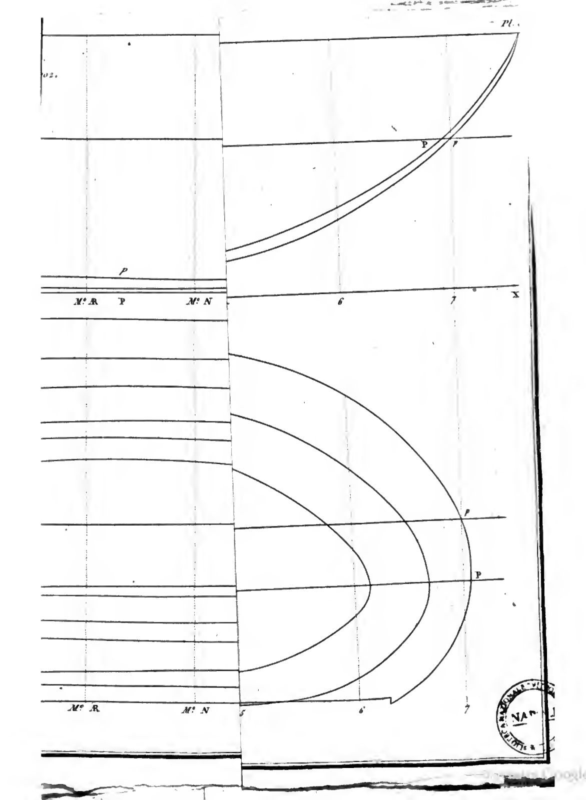

B
F
F
X

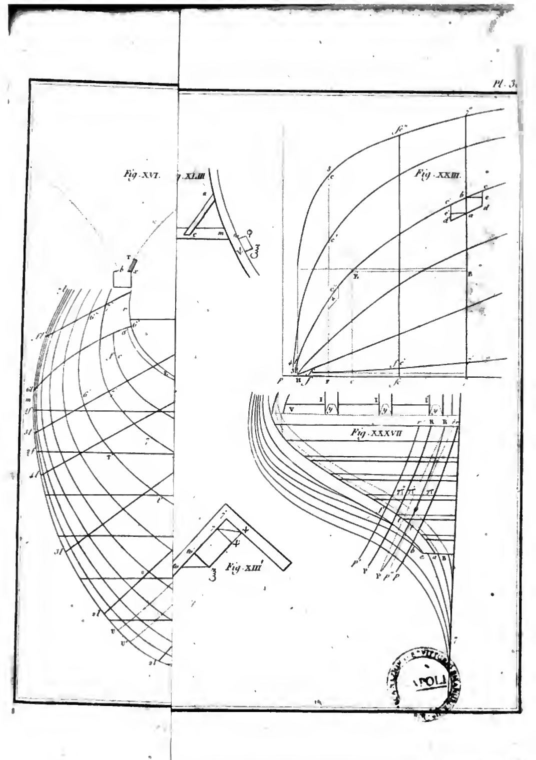

Pl.
Gaillards et passavant
1er Pont
Faux Pont
Ligne d'eau lege sans difference
Ligne d'eau moyene à 0.6 mètre de différence
Ligne d'eau à la différence cherchée
Ligne d'eau à 1.2 mètre de différence
m
5
6
7
NAPOLI

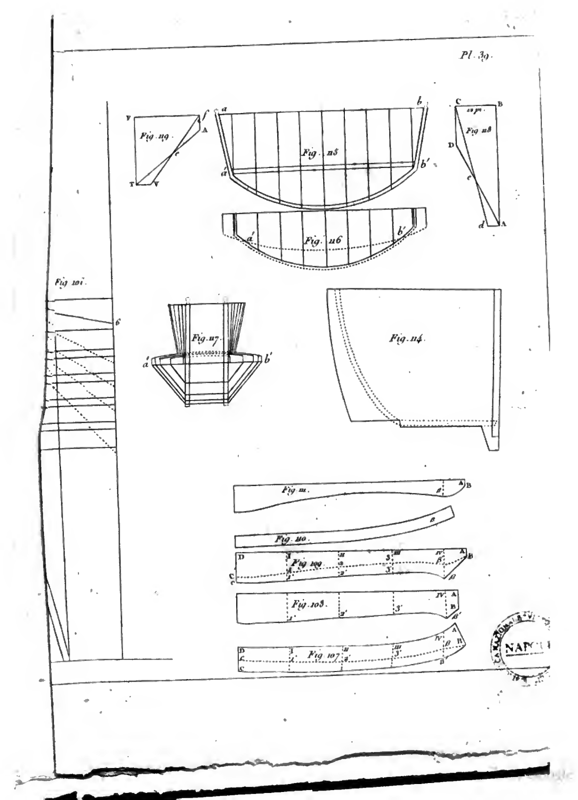

700 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900 920 940 960 980 1000 1030 1060 1100
Mètres Cubes


Pl. 36
6
7
8
c″
c
c′
l
L
L′
l′
c
c′
6
7
Fig. 101.
Dessous de la Quille
NAPOLI




Pl.
P
p
p
Mᵉ R
P
Mᵉ N
6
7
X
p
P
Mᵉ R
Mᵉ N
5
6
7


Pl. 3
Fig. XVI.
Fig. XLIII
Fig. XXIII.
Fig. XXXVII
Fig. XIII


Fig. 119.
Fig. 115
Fig. 118
Fig. 116
Fig. 101.
Fig. 117
Fig. 114.
Fig. 111.
Fig. 110.
Fig. 109.
Fig. 108.
Fig. 107.

